

# NOVA ELETRÔNICA

Nº 48 - FEVEREIRO / CR\$ 80,00

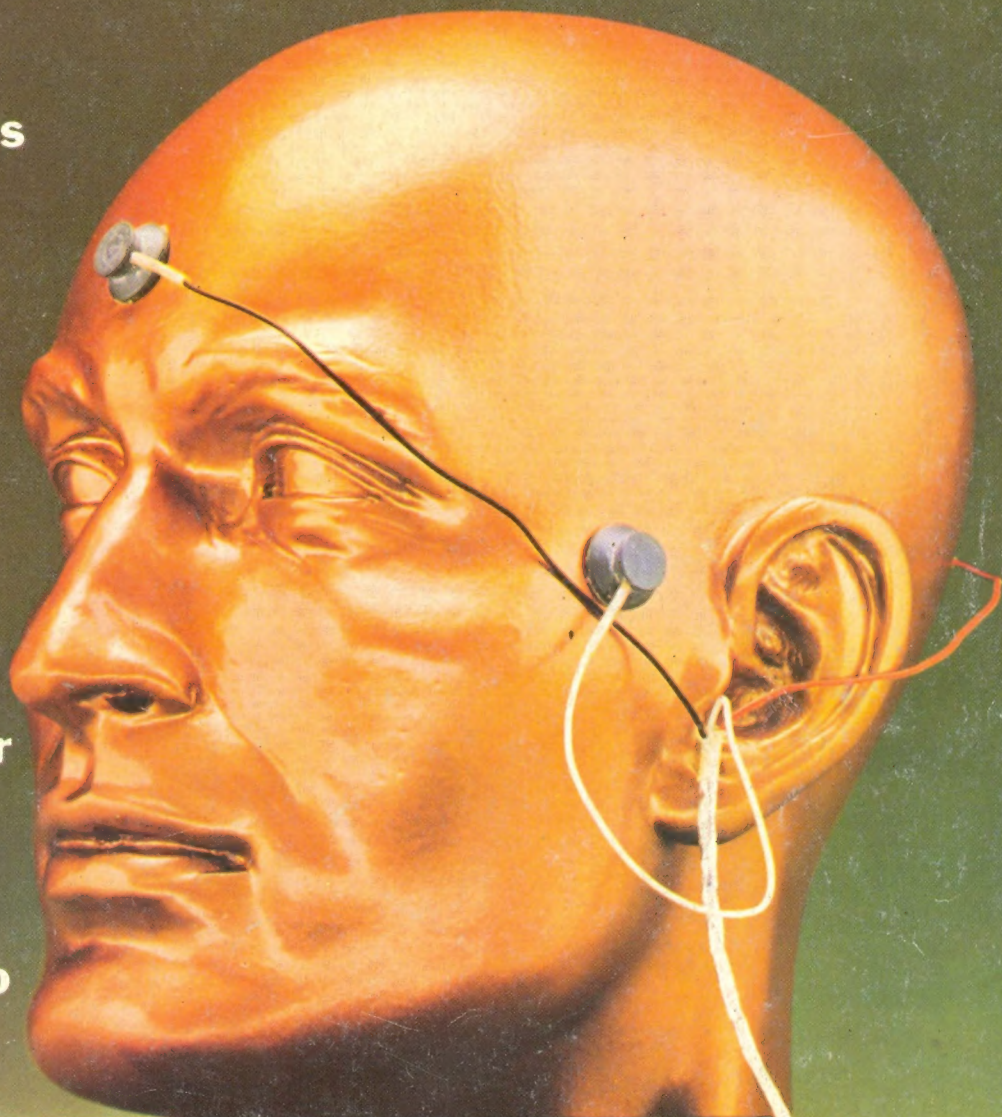
## Lazer, pesquisa, descanso profundo: é o Detector de Ritmo Alfa

**Mini-kit:**  
**Central de Efeitos**  
**Sonoros para**  
**Ferromodelismo**

**Sonorização de**  
**cinemas e**  
**o sistema**  
**Dolby estéreo**

**Um**  
**microcomputador**  
**ao seu**  
**alcance**

**Nova série para o**  
**principiante:**  
**Por dentro do...**  
**RADAR**







# NOVA ELETRÔNICA

**EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL** LEONARDO BELLONZI

**CONSULTORIA TÉCNICA** Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/Juliano Barsali/Leonardo Bellonzi

**DIRETOR** Eduardo Manzini

**REDAÇÃO** Juliano Barsali/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile/Ronaldo Rodrigues

**DIAGRAMADOR** Luiz Pedro Navarro

**ARTE** Luiz Pedro Navarro//Eraldo de Siqueira Santos/Irene de Souza/Oriana Lúcia Tossani

**EQUIPE TÉCNICA** Renato Bottini//Everaldo R. Lima/Salomão Choueri Jr./DeS. José Reinaldo Motta

**DEPTO. ASSINATURAS** Marizilda Mastandrea

**DEPTO. DE PUBLICIDADE** Gerente Comercial Rodolpho Celiberto

**COLABORADORES** Alberto Naddeo/Gary Gronich/Geandré/Marcia Hirth

**CORRESPONDENTES NOVA IORQUE** Guido Forgnoni//MILÃO Mário Magrone//GRÃ-BRETANHA Brian Dance

**FOTÓGRAFO** Charles Souza Campos

**CAPA** foto do Estúdio Preto e Branco modelo da Expor, manequins e expositores de alta classe

**COMPOSIÇÃO** J.G. Propaganda Ltda./FOTOLITO Estúdio Gráfico M.F. Ltda.

**IMPRESSÃO** Cia. Lithographica Ypiranga/DISTRIBUIÇÃO Abril S.A. Cultural e Industrial

**NOVA ELETRÔNICA** é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicidade: Rua Hélade, 125 — CEP 04634 — V. Santa Catarina — SP.

**TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA** — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP

**REGISTRO N.º 9.949-77 — P. 153 — TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 60.000 EXEMPLARES.**

<b>Kits</b>	Detector de ritmo alfa .....	3
	Mini Kit: central de efeitos sonoros para ferromodelismo .....	13
<b>Seção do principiante</b>	Por dentro do radar .....	18
	O problema é seu .....	24
<b>Teoria e informação</b>	Conversa com o leitor .....	27
	Novidades industriais .....	34
	Classificados NE .....	36
	A tabela do mês .....	37
	Noticiário .....	38
	Idéias do lado de lá .....	41
	Livros em revista .....	42
	Notícias da NASA .....	43
	Estórias do tempo da galena .....	47
<b>Prática</b>	Demultiplex para sistemas de rádio controle .....	48
	Indicador de ultrapassagem de nível de tensão nominal da rede .....	51
<b>Áudio</b>	Em pauta .....	53
	Sonorização de cinemas .....	60
<b>Engenharia</b>	Prancheta do projetista .....	69
	Prancheta do projetista série Nacional .....	72
	Novas aplicações a vista para os sensores de silício .....	63
<b>Byte</b>	Microcomputador ao nosso alcance .....	82
	Microprocessadores .....	91
<b>Cursos</b>	Prática em técnicas digitais — 26ª lição .....	96
	Instrumentação analógica e digital básica — 9ª lição .....	100

*Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em SÃO PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.*



# O DETECTOR DE RITMO ALFA



Nossa edição nº45 incluiu um artigo — “O ritmo alfa e a bio-realimentação” — em que esboçamos uma explicação sobre o mecanismo de realimentação através do qual o cérebro exerce controle sobre as diversas variáveis fisiológicas que se processam no corpo humano.

Mostramos naquele artigo que o controle é feito de modo inconsciente, mas há também formas, pouco exploradas, de controle consciente sobre o corpo, dentre as quais a realimentação do ritmo alfa é um exemplo.

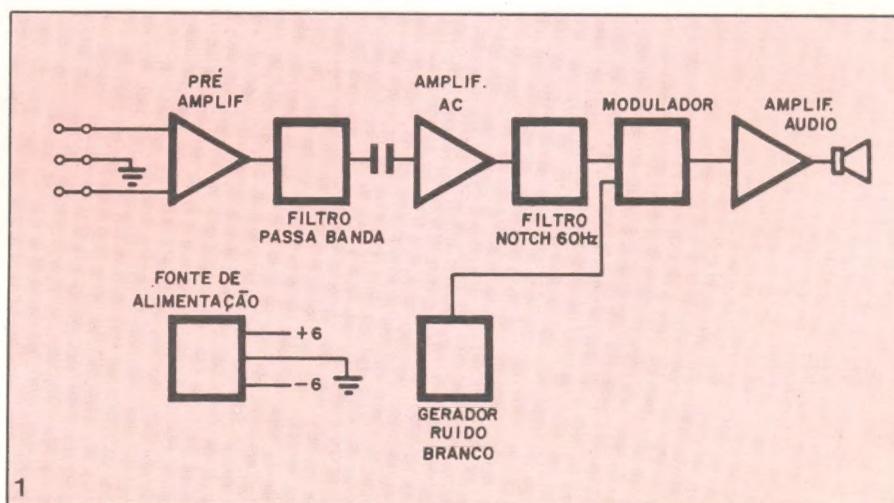
Dissemos também que a Eletrônica pode ajudar o indivíduo a encontrar o seu “estado alfa”, o que, além de uma experiência científica extremamente interessante, representa uma possibilidade de absoluto repouso físico e mental.

Como prometemos, então, apresentamos agora o instrumental eletrônico capaz de captar o ritmo alfa do cérebro e possibilitar a todos o “estado de meditação”. Com a facilidade de um kit NOVA ELETRÔNICA.

## Descrição do circuito

Para melhor compreensão do funcionamento do “Detector de ritmo alfa”, nós o analisaremos por blocos. Observe o diagrama geral de blocos na figura 1.

O sinal é captado por meio de eletrodos e destes é aplicado ao pré-amplificador de entrada, que possui características essenciais para a primeira etapa da detecção do ritmo alfa: alta rejeição a ruídos, alta sensibilidade e altíssima impedância de entrada. Tendo já recebido a primeira amplificação, este sinal é enviado a um filtro passa faixa centrado em 11 Hz (o ritmo alfa fica em torno desta frequência). Passando pelo filtro, o sinal é mais uma vez amplificado antes de passar pelo





filtro notch 60 Hz. Este último é um filtro rejeita faixa sintonizado em 60 Hz e faz com que, mais uma vez, o ruído proveniente da rede seja atenuado.

O próximo bloco é o modulador, no qual um sinal de ruído branco é modulado com o ritmo alfa (isto faz com que a presença de ritmo alfa seja percebida através de um efeito sonoro provocado pela modulação). Para que este sinal se torne audível ele passa ainda por um estágio de amplificação de potência, antes de excitar o alto-falante.

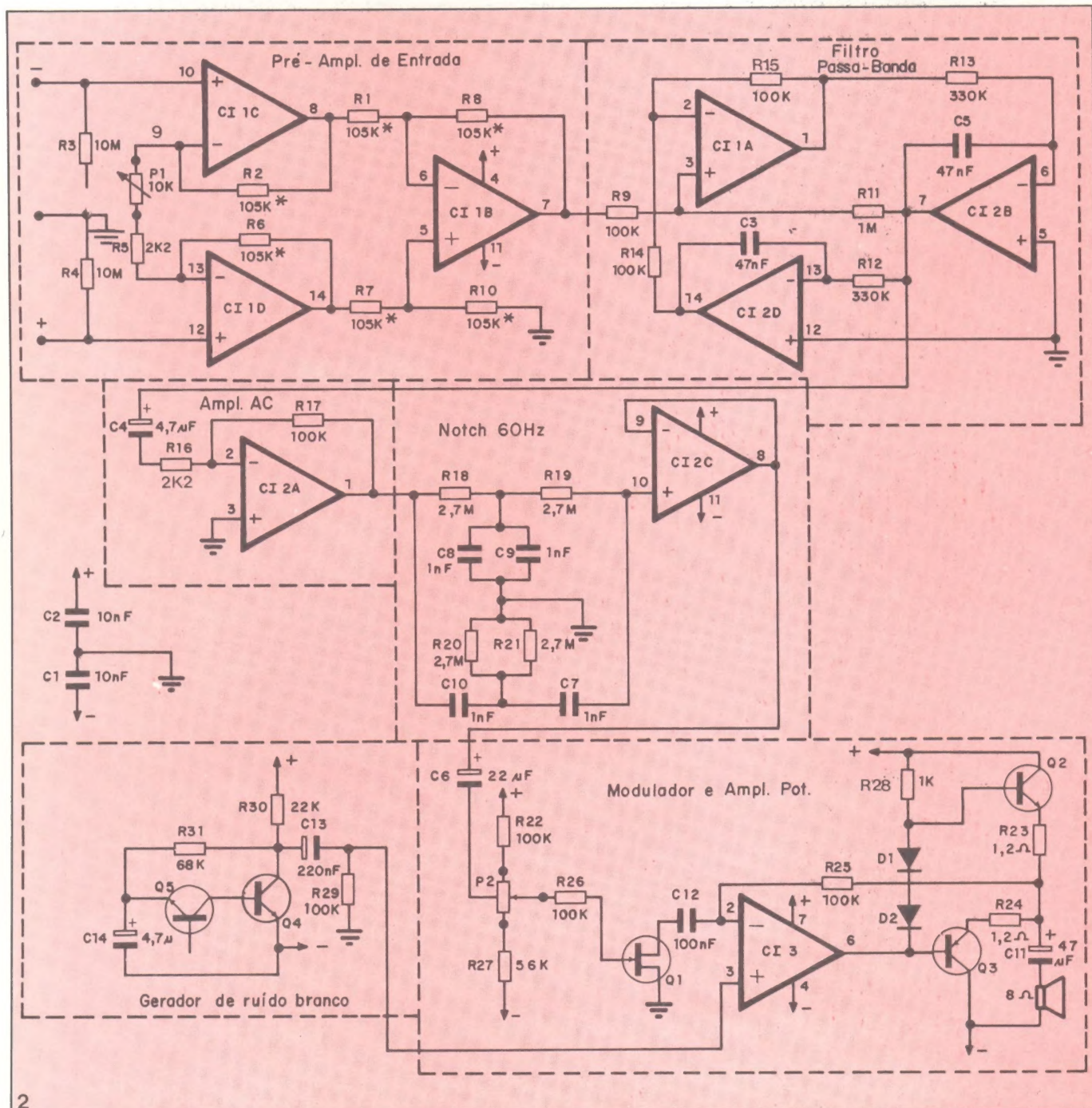
Acompanhe agora a análise mais detalhada de cada bloco, observando cada parte no circuito total da figura 2.

**Pré-amplificador de entrada** — Trata-se de um pré-amplificador de instrumentação, com ganho variável, alta sensibilidade, alta impedância de entrada, alta rejeição de modo comum, sem no entanto deixar de ser bastante simples. É formado por três amplificadores operacionais. Dada a arquitetura peculiar deste amplificador, CI1c e CI1d comportam-se como seguidores de tensão (ganho de aproximadamente 1) para sinais de modo comum e amplificam (ganho maior que 1) sinais de modo diferencial. CI1b, conectado à saída dos amplificadores operacionais de entrada, funciona como ampli-

ficador diferencial, "anulando" o sinal de modo comum e amplificando o de modo diferencial. Para que isso aconteça é necessário que sejam preenchidas as seguintes condições:

$$R1 = R7 \quad R2 = R6 \quad R3 = R4 \quad R8 = R10$$

**Observação:** Os resistores citados vêm no kit já pré-selecionados e com tolerância de 0,1%. Embora o valor nominal de R1, R2, R6, R7, R8 e R10 seja o mesmo e igual a 105 k ohms, o casamento de valores é feito entre resistores de um mesmo par e não dos pares entre si. O não casamento entre os pares acarreta uma pequena variação no





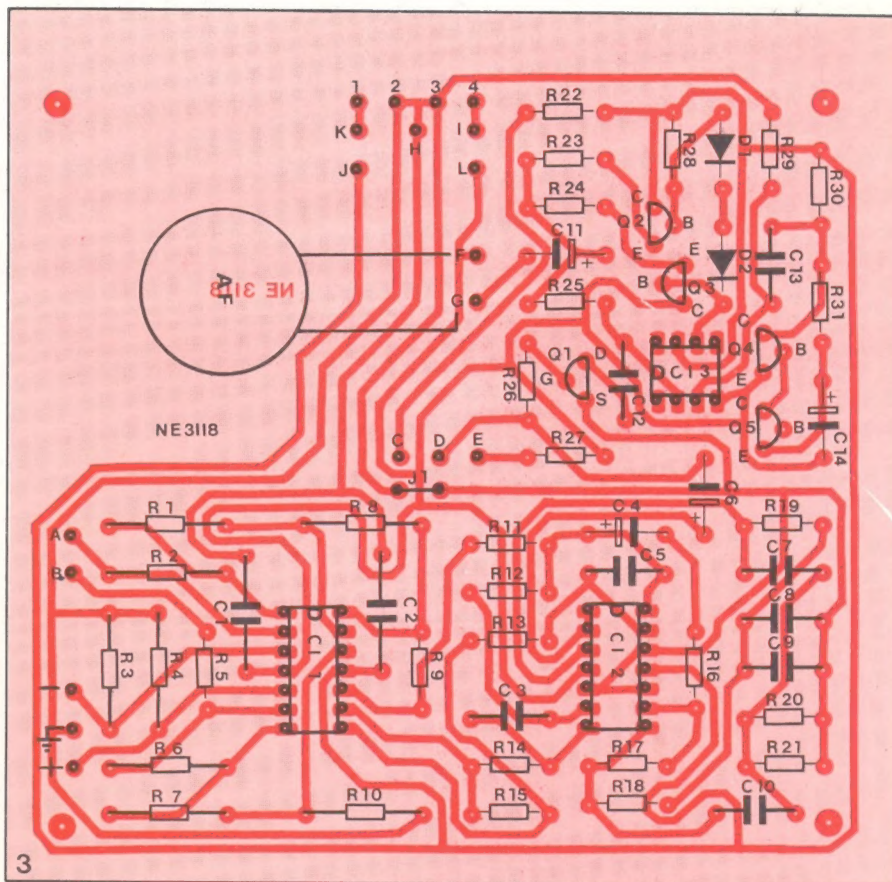
ganho total do amplificador, o que é facilmente compensado através do controle de ganho feito através de P1.

**Filtro passa faixa (FPF)** — Na figura 2 você observa um filtro ativo do tipo passa banda (ou faixa) centrado em 11 Hz. Esta configuração de FPF é conhecida como "bi-quad" e é baseada em técnicas de computação analógica. Este filtro possui um índice de mérito ou seletividade (Q) bastante alto, atenuando os ruídos em aproximadamente 100 vezes a banda passante (o ritmo alfa).

**Amplificador CA** — O amplificador CA é de uma configuração bastante simples, já bem conhecida do "hobista". Neste estágio o sinal é amplificado em mais ou menos 50 vezes.

**Filtro notch 60 Hz:** Este é um filtro "duplo T", como você pode notar pela figura 2, cuja função é atenuar os sinais de frequência 60 Hz ou bem próxima desta. Isto faz com que a influência da rede sobre o circuito seja mais uma vez reduzida. CI2a é um seguidor de tensão e possui, portanto, alta impedância de entrada, garantindo o seu isolamento do estágio seguinte, que é o modulador.

**Gerador de ruído branco** — Este circuito nada mais é que uma junção NPN (Q5) inversamente polarizada. O ruído branco é produzido pelo movimento aleatório dos elétrons nesta

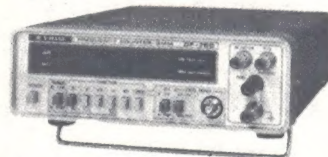


# TRIO-KENWOOD

## INSTRUMENTOS DE ALTA PRECISÃO

### VT — 126 — Medidor de Ruído

- Escala de Medição:  
10 micro v — 300V F.S (divisão em 16 faixas)
- Filtros de Carga  
JIS — A, DIN — NOISE, DIN — AUDIO, CCIR/ ARM
- Funções para Medição  
S/N, Nível de Ruído, Voltagem de Saída e Resposta de Frequência
- Conjugado de Terminal para Saída AC e DC.



### DF — 760 Contador de Frequência / DMM Conjugado de Digital Multímetro

- Funções de Medição:  
Frequência, DC V, AC V, DC A, AC A e ohm
- 7 dígitos no Cont. de Freq.  
3 1/2 dígitos no DMM
- Alimentação em 3 sistemas:  
AC, Bateria e Adaptador EXTERNO (6 V DC)
- Leitura de Escala e Ajuste Zero totalmente automático.

## KE UNICOBÁ

Importação e Exportação Ltda. Rua da Glória 279 — 5.º CJ. 52 Tel: 279-5811 — Linha Tronco — Telex (011) 25260 UNIX — BR.



junção e é amplificado por Q4 antes de ser introduzido no modulador.

**Modulador e amplificador de potência** — Embora separados no diagrama de blocos, estes dois circuitos são aqui analisados conjuntamente, pelo fato de estarem interligados eletricamente. Continue acompanhando pela figura 2 a descrição destes dois blocos funcionais.

No circuito, CI3 é usado como amplificador não inversor, de ganho variável (a variação do ganho é feita por meio de Q1 — FET). Do ponto de vista das correntes CC, CI3 funciona como um seguidor de tensão. Entretanto, com correntes alternadas ele passa a se comportar como um amplificador cujo ganho é determinado por

$$\frac{R_{FET} + R_{25}}{R_{FET}}$$

**Observação:** A reatância de C6 é pequena para as frequências de áudio envolvidas, de modo que não foi considerada no cálculo.  $R_{FET}$  é a resistência vista e o terminal de dreno e supridouro do FET. Esta resistência pode ser variada eletricamente injetando-se um sinal na porta de Q1. Como podemos observar, o sinal aplicado na porta de Q1 é o ritmo alfa proveniente do filtro notch 60 Hz. Portanto, o ritmo alfa varia o ganho do amplificador e, conseqüentemente, o nível de ruído branco. Ajustando-se conveniente-

mente P2 (que controla o nível CC na porta do FET) teremos com a presença do ritmo alfa um sinal audível produzido pela modulação do ruído branco; a não presença do ritmo alfa será notada pela ausência de um sinal audível no alto-falante.

Justamente, para que o sinal modulado seja audível, ele passa por uma etapa de potência, formada basicamente por dois transistores (Q1 e Q2) na configuração par complementar.

**Fonte de alimentação** — Esta é formada por um jogo de oito pilhas de 1,5 V (tipo lapiseira) com tomada central, constituindo uma fonte dupla de +6 V; 0, -6 V.

**ATENÇÃO:** Em hipótese alguma esta fonte pode ser substituída por fontes a transformador ligado à rede de distribuição domiciliar. Isto pelo fato de que os eletrodos com a pasta condutora apropriada podem apresentar impedância de 1 k a 10 k, representando um caminho para uma corrente de 10 a 100 mA, no caso de falha no transformador de alimentação. Note bem que 10 mA já são suficientes para matar e com 100 mA o êxito letal se aproxima de 100%. Entretanto, com pilhas as chances de choques elétricos são as mesmas que se tem ao manipular uma lanterna elétrica ou uma bateria de 9 V.

Bem, agora já "por dentro" do funcionamento do kit, partiremos para

sua montagem.

A seqüência que sugerimos é a que achamos mais conveniente para o kit. Siga rigorosamente cada item recorrendo sempre que necessário à figura 3, a qual mostra a placa de circuito impresso onde são fixados os componentes. As demais figuras que auxiliam a montagem são indicadas nos respectivos itens.

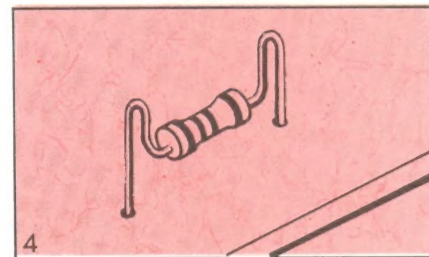
#### Montagem

1. Soldagem dos componentes eletrônicos à placa de circuito impresso.

1.1 — Com exceção de R1, R2, R3, R4, R6, R7, R8 e R10, solde todos os outros resistores à placa, identificando seus valores na lista de material.

1.2 — Para a soldagem dos resistores excluídos no item anterior (resistores do pré-amplificador de entrada) você deve tomar alguns cuidados especiais para não lhes alterar a precisão dos valores.

1.2.1 — Dobre os terminais de R1,



## ALARME ULTRA SÔNICO INTEGRADO

Nenhum intruso passa despercebido a esse alarme. Mas não há intruso capaz de perceber a atuação dele.

- Opera por ultra-sons, portanto é inaudível.
- Sua cobertura preenche todo o ambiente (volume e não apenas área).
- Emissor e receptor de ultra-sons montados numa única caixa.
- Alimentado pela rede e/ou bateria de 12 Vcc.
- Dispõe de relé de potência, para conexão de dispositivos de alarme.



FILCRES IMPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO LTDA.  
Rua Aurora, 165/171 - CEP 01209 - Caixa Postal 18.767 - SP  
Tels.: 223-7388 - 222-3458 e 221-0147 - Telex: 1131298 FILG BR



R2, R3, R4, R6, R7, R8 e R10, segundo a figura 4.

1.2.2 — Posicione R3 e R4 na placa, sem soldá-los, por enquanto.

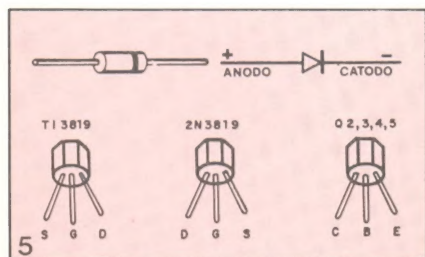
1.2.3 — Voltando aos demais resistores, tenha mais um cuidado especial: estes são identificados por pintas coloridas. Posicione-os à placa de modo tal que R1 e R7 tenham pintas de mesma cor, o mesmo valendo para R8/R10 e R2/R6.

**Observação:** Não é importante a cor de cada par, e sim que os componentes do par tenham a mesma cor.

1.2.4 — Agora, para soldar os oito resistores de precisão, segure com o alicate de bico as abas formadas por seus terminais, a fim de dar maior dissipação de calor. Estas soldagens não devem ser demoradas.

1.3 — Solde todos os capacitores, observando com cuidado a polaridade dos eletrolíticos C4, C6, C11 e C14.

1.4 — Através da figura 5, observe



o posicionamento correto dos diodos D1 e D2 e solde-os à placa.

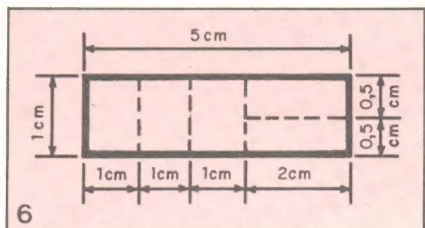
1.5 — Solde os circuitos integrados CI1, CI2 e CI3. Estes também possuem posição definida na placa, cuja referência é seu pino 1.

1.6 — O FET (Q1) deve ser soldado observando-se, também através da figura 5, o posicionamento correto de seus terminais.

1.7 — Ainda na mesma figura, observe como posicionar Q4 e Q5 e solde-os à placa.

1.8 — Para soldar Q2 e Q3 (transistores de saída), temos algumas observações adicionais.

1.8.1 — Corte a tira de latão que



acompanha o kit como mostra a figura 6. Deixe de lado, por enquanto, os três pedaços de 1 cm x 1 cm (estes irão formar os eletrodos). Por ora você utilizará os dois pedaços restantes como dissipadores para os transistores de saída.



# TRIO-KENWOOD

INSTRUMENTOS DE ALTA PRECISÃO

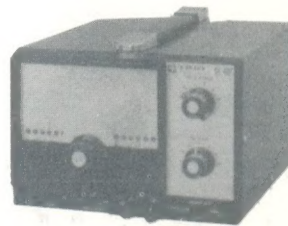
## X—Y MONITOR SCÓPIO MODELO 5306

Para uso com Gerador de Varredura  
Aplicações para medições de circuitos de F.1  
Medições para característica de bobinas  
Banda Vertical com frequência de 4,5 KHZ  
Sensibilidade de 100 MV/cm  
Totalmente de estado sólido e excelente estabilidade



## SG—402 Gerador de Sinal RF

Faixa de frequência 100 KHZ a 30 MHZ  
Voltagem de saída 0,1 V r.m.s.  
Método de modulação AM (interna e externa)  
Chave seletora de frequência em 6 faixas  
Modulação interna ou externa com chave independente.  
Para facilitar o trabalho construído com controle de nível de sinal R;F



## DL—705 Multímetro Digital de 3½ dígitos

Funções de:  
Voltagem DC 1000 V (Alcance 2,20,200,1000 V)  
Voltagem AC 1000 V (Alcance 2,20,200,1000 V)  
Resistência 20 MOHM (2,20,200,2000K OHM, 2,20M OHM)  
Corrente 20,200 mA  
Exatidão de  $\pm 0,5$  R.D.G.  
 $\pm 0,5$  F.S.  
Escala semi-automático e polarização automático  
Função a pilha e adaptador



UNICOPA

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA.

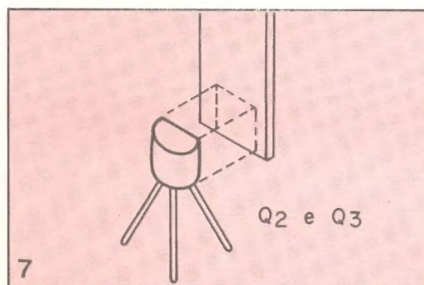
Rua da Glória, 279—5º andar—Cj. 52

Tel: 279-5811-Tronco-Telex (011) 25260 UNIX—BR



1.8.2 — Antes de colar os dissipadores, certifique-se de haver identificado os transistores (depois de colados os dissipadores, provavelmente sua identificação ficará mais difícil).

1.8.3 — Cole os dissipadores à face plana dos transistores, como mos-



tra a figura 7. A cola deve ser à base de cianoacrilato (Super Bonder, Locktite, etc.) e o método de colagem mais eficiente é colocar-se uma gota de cola no dissipador e pressioná-lo ao transistor por 10 segundos, com o dissipador apoiado sobre uma superfície plana.

**Atenção:** Cuidado ao trabalhar com este tipo de cola, pois é superaderente e pode colar quase tudo, inclusive seu dedo.

1.8.4 — Solde então os transistores à placa, observando sua posição correta na figura 5.

1.9 — Use um terminal de resistor para fazer o *jumper* J1 e solde-o.

2 — Ligações externas.

2.1 — Preparação dos fios.

2.1.1 — Observe a tabela I e corte os fios com as cores e tamanhos indicados.

Tabela I

cor do fio	comp. (cm)	pto. de ligação à placa	ligação externa
vermelho	10	A	potenciômetro de ganho
preto	10	B	
vermelho	10	C	potenciômetro do modulador
branco	10	D	
preto	10	E	alto-falante
preto	5	G	
vermelho	5	F	carcaça
branco	10	H	
branco	15	I	chave 1
vermelho	15	J	
branco	15	K	
preto	15	L	tomada DIN
preto	5	-	
branco	5	≡	
vermelho	5	+	

2.1.2 — Desencape em 5 mm as extremidades dos fios.

2.1.3 — Solde as extremidades de

cada fio aos pontos indicados na tabela I.

2.2 — Conexão do potenciômetro de ganho (P1).

2.2.1 — Solde o fio vermelho ligado ao ponto A da placa, a um dos pinos exteriores de P1.

2.2.2 — Solde o fio preto ligado ao ponto B da placa ao pino central de P1.

2.3 — Conexão do potenciômetro do modulador (P2).

2.3.1 — Solde o fio vermelho ligado ao ponto C da placa a um dos pinos externos de P2.

2.3.2 — Solde o fio branco ligado ao ponto D da placa ao pino central de P2.

2.3.3 — Solde o fio preto ligado ao ponto E da placa ao outro pino externo de P2.

2.4 — Conexão do alto-falante.

2.4.1 — Solde o fio vermelho ligado ao ponto F da placa a um dos terminais do alto-falante.

2.4.2 — Solde o fio preto ligado ao ponto G da placa ao outro terminal do alto-falante.

2.5 — Conexão da chave 1 (veja figura 8).

2.5.1 — Solde o fio branco ligado ao ponto I da placa ao pino 1 da chave.

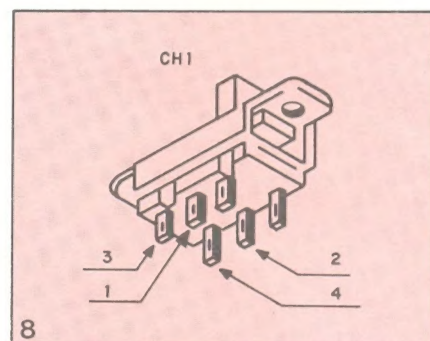
2.5.2 — Solde o fio branco ligado ao ponto K da placa ao pino 2 da chave.

2.5.3 — Solde o fio vermelho ligado ao ponto J da placa ao pino 4 da chave.

2.5.4 — Solde o fio preto ligado ao ponto L da placa ao pino 3 da chave.

2.6 — Conexão da tomada DIN (veja figura 9).

2.6.1 — Solde o fio preto ligado ao ponto "—" da placa ao pino 1 da tomada DIN.



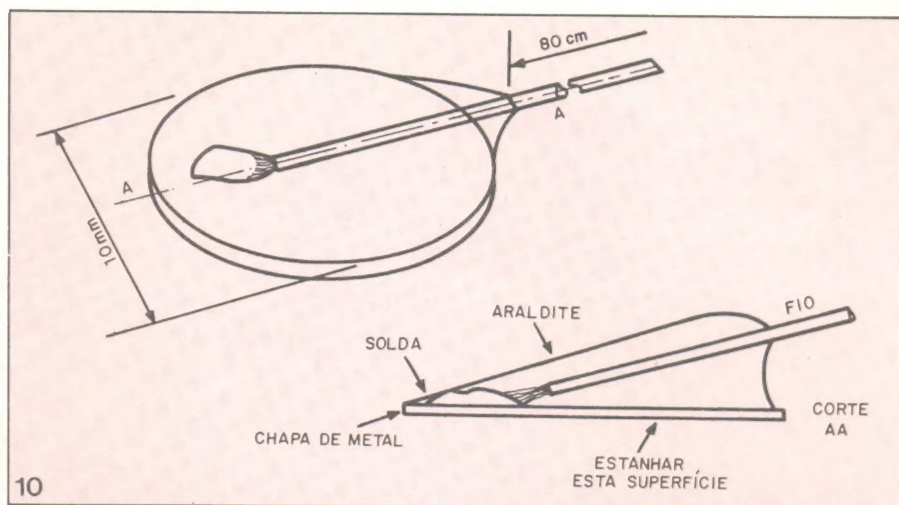
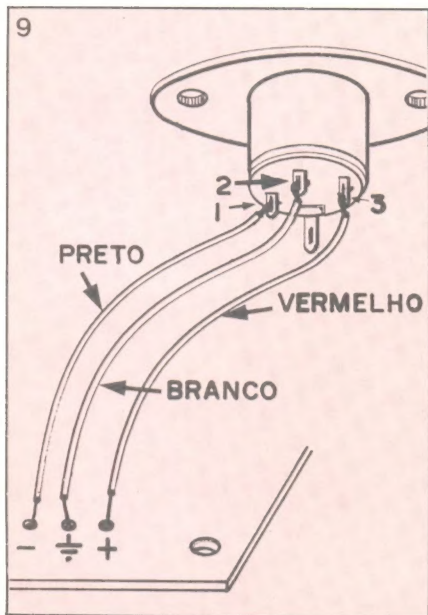
2.6.2 — Solde o fio branco ligado ao ponto "≡" da placa ao pino 2 da tomada DIN.

2.6.3 — Solde o fio vermelho ligado ao ponto "+" da placa ao pino 3 da tomada DIN.

3 — Preparação dos eletrodos.

3.1 — Tome as três placas reservadas para os eletrodos; usando uma tesoura de cortar lata corte as pontas de cada chapinha, arredondando-as para facilitar o futuro trabalho de colocação ▽



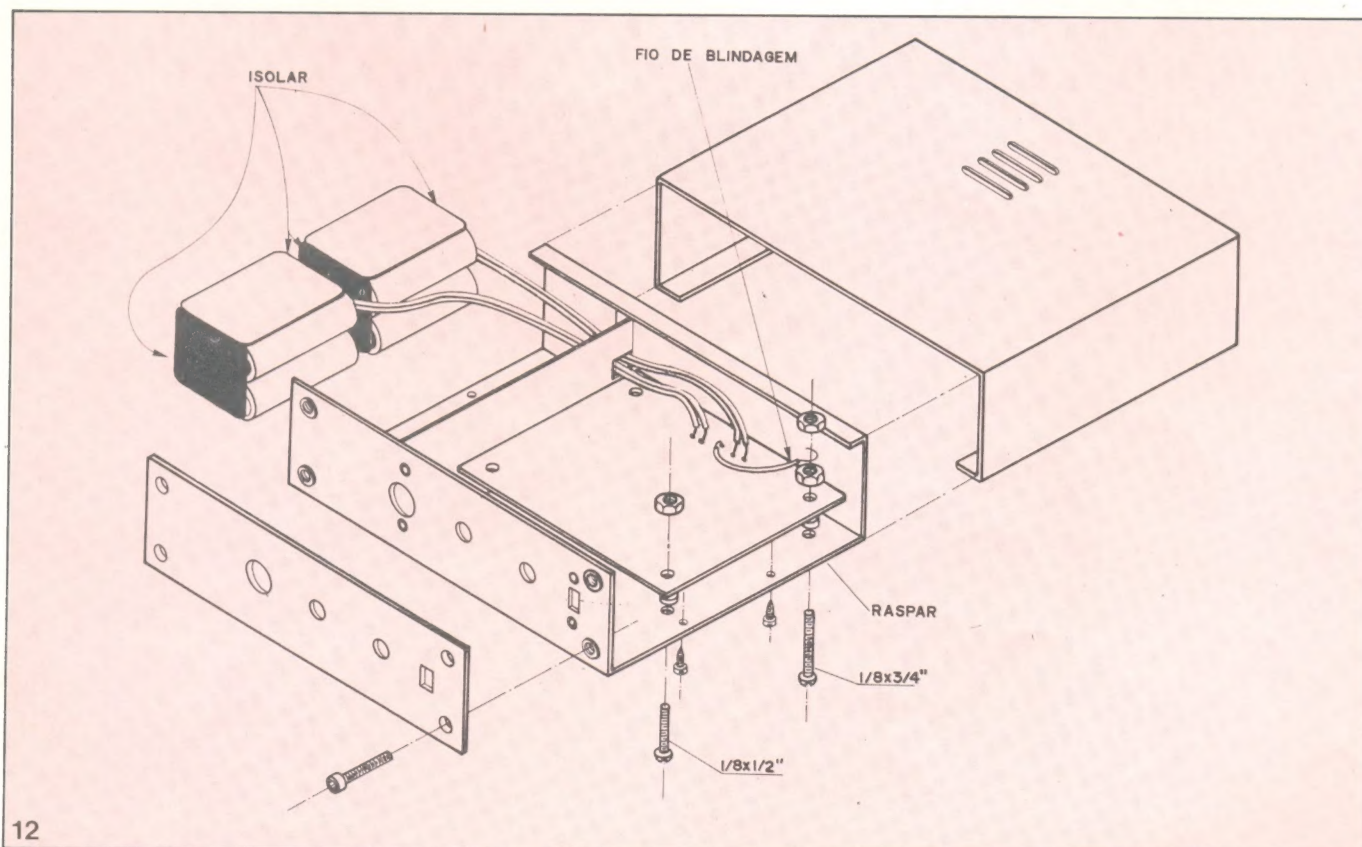
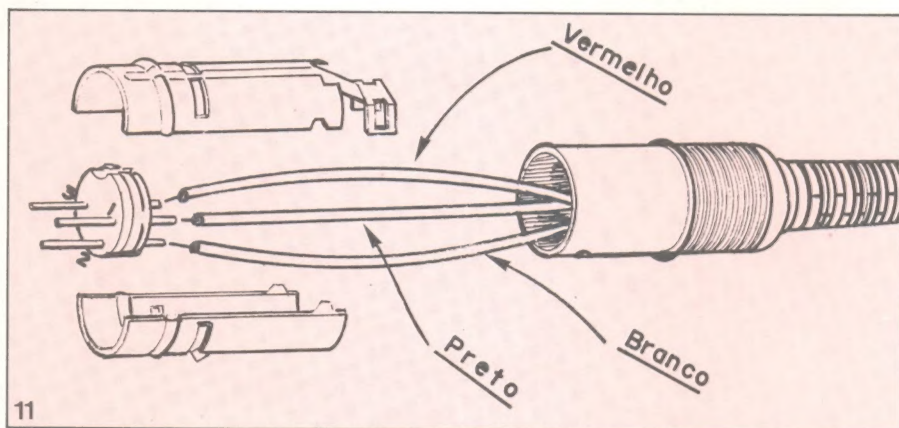


sobre a pele. Feito isso, estanhe ambas as faces de cada chapinha.

3.2 — Corte dos fios vermelho, preto e branco, pedaços de 80 cm (veja observação logo após item 3.5) e desencepe suas extremidades em 5 mm.

3.3 — Solde um fio em cada chapa, segundo a indicação da figura 10.

3.4 — Coloque sobre a face da chapa à qual foi soldado o fio, uma camada de cola araldite tal que esta fixe permanentemente o fio.





**Atenção:** Não deixe a araldite atirar a outra superfície da placa.

3.5 — Agora você tem em mãos os três eletrodos (o de fio preto, o de fio vermelho e o de fio branco). Solde estes fios ao plugue DIN, conforme a figura 11: fio preto ao pino 1, fio branco ao pino 2 e fio vermelho ao pino 3.

**Observação:** De preferência torça ou trança os fios para diminuir a captação de ruídos e, se possível, diminua também o comprimento dos fios.

4 — Montagem da fonte de alimentação.

4.1 — Coloque as pilhas em seus lugares nos suportes para pilhas.

4.2 — Isole os terminais nas laterais destes suportes com fita adesiva (fita crepe, isolante, durex, etc.).

4.3 — Coloque os suportes com as pilhas no seu compartimento na caixa e passe os fios dos suportes pelo orifício lateral deste compartimento.

4.4 — Solde o fio vermelho proveniente de um dos suportes ao ponto 1 da placa e solde o fio preto vindo do mesmo suporte ao pino nº 2.

4.5 — Solde o fio vermelho original do outro suporte ao ponto nº 3 e o fio preto restante ao ponto 4 da placa.

5 — Montagens mecânicas.

**Nota:** Durante esta etapa da montagem, sempre que surgir alguma dúvida, tome por referência a figura 12.

5.1 — Fixação do painel à caixa.

5.1.1 — Com quatro parafusos tipo Allen, fixe o painel à caixa.

5.2 — Fixação da placa.

5.2.1 — Inicialmente, fixe três cantos da placa com parafusos de  $1/8" \times 1/2"$  e porcas de  $1/8"$  (não esqueça de colocar entre a placa e a caixa os espaçadores de fenolite). Deixe sem parafuso o canto onde se fixará o alto-falante.

5.2.2 — O quarto furo da caixa, reservado ao quarto parafuso, deve ser lixado a fim de dar continuidade elétrica entre o parafuso e a caixa.

5.2.3 — Coloque o espaçador restante e fixe o quarto canto com um parafuso de  $1/8" \times 3/4"$  e uma porca de  $1/8"$ .

5.2.4 — Estando o fio de blindagem (fio ligado ao ponto H da placa) e fixe-o ao parafuso de  $1/8" \times 3/4"$  com outra porca de  $1/8"$ .

5.3 — Fixe o alto-falante com fita adesiva dupla face.

5.4 — Fixação dos potenciômetros, tomada e chave ao painel.

5.4.1 — Fixe a tomada DIN com dois parafusos de  $1/8" \times 1/4"$  e duas porcas de  $1/8"$  no lugar assinalado como **entrada**.

5.4.2 — Fixe P1 com duas porcas no lugar identificado por **ganho**.

5.4.3. — Fixe P2 com duas porcas

no lugar identificado por **modulador**.

5.4.4 — Fixe a chave H-H com dois parafusos de  $3/32" \times 1/4"$  e porcas de  $3/32"$ . A chave deve ser colocada de modo tal que os fios brancos conectados a ela fiquem voltados para o lado de fora da caixa.

5.5 — Coloque a tampa da caixa e fixe-a com quatro parafusos auto-atarraxantes.

5.6 — Coloque os *knobs* nos eixos dos potenciômetros.

### Testes de funcionamento

Uma vez montado o aparelho, faça os seguintes testes a fim de comprovar seu bom funcionamento.

1 — Curto-circuite os eletrodos entre si, Girando o potenciômetro de modulação num sentido você deverá ouvir um ruído semelhante ao de um rádio fora de sintonia (ruído branco). Girando este mesmo potenciômetro no sentido contrário você poderá eliminar este ruído.

2 — Posicione o potenciômetro de forma que não apareça nenhum ruído branco (talvez fique um ruído residual num volume bem baixo) e que na menor rotação o ruído reapareça.

Para que o próximo teste possa realizar-se, é necessário um gerador de áudio (ou de funções) que forneça uma senóide de 9 a 12 Hertz, com 50  $\mu V$  de amplitude e saída balanceada. Sabemos que poucos hobistas dispõem deste tipo de aparelho, por isso, a seguir, damos uma dica de como fazer o teste usando um gerador de funções comuns.

**Observação:** Caso você não disponha de um gerador de funções, não se desespere, pois este último teste não é imprescindível.

3 — Monte uma ponte de resistores de mesmo valor (entre 500  $\Omega$  e 1 k $\Omega$ ) e faça as ligações indicadas na figura 13. Isto com certeza fornecerá o nível necessário para acionar o detector, como também proporcionará uma saída diferencial. Ao ligar este gerador você obterá um efeito sonoro (ruído branco modulado por uma frequência baixa — 9 a 12 Hz) parecido com o barulho de um trem.

### Como utilizar o detector de ritmo alfa

Como já enfatizamos no artigo precedente, "O ritmo alfa e a bio-realimentação", o ambiente de experimentação deve ser silencioso e, se possível, com pouca iluminação.

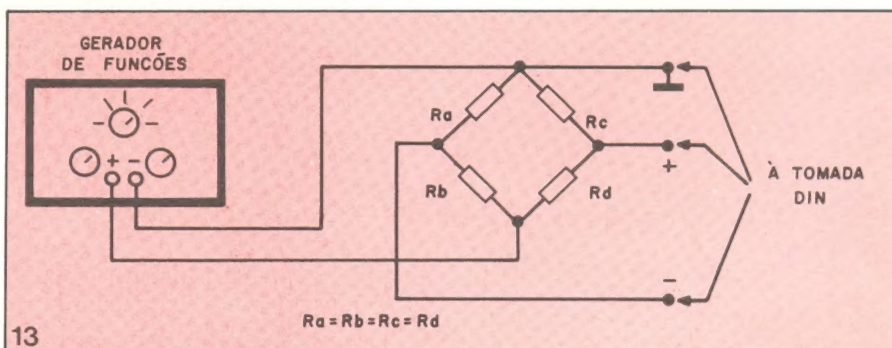
Isso posto, o primeiro passo para utilizar o detector é o preparo da pasta. A pasta condutora fornecida com o *kit* é a mesma utilizada em laboratórios de encefalografia, sendo inócua em 99,99% da população. Algumas raras pessoas poderão sentir ou apresentar uma discreta e passageira irritação local que cessa com a descontinuidade da aplicação.

A pasta constitui-se num barro (bentonita) com aditivos para melhorar-lhes a adesividade (glicerina) e condutibilidade ( $Na^+ Cl^-$ ). Se ela endurecer, adicione um pouco de água e amasse até atingir a consistência ideal. Esta consistência é tal que um pouco de pasta levemente comprimida entre o polegar e o indicador deve romper-se quando os dedos são afastados, ficando um pouco em cada dedo (em culinária dá-se o nome de ponto de bala a esta consistência).

Faça, então, o indivíduo que vai submeter-se ao experimento sentar-se numa cadeira ou poltrona. Antes de fixar os eletrodos, a pele onde farão contato deve ser limpa da gordura natural. Os melhores resultados se obtêm friccionando levemente a pele com um chumaço de algodão embebido numa mistura com partes iguais de álcool e acetona. Não friccione em demasia, pois isto poderá acarretar uma irritação local (passageira).

Recorte três pedaços de papel sulfite (papel de caderno), de 3 cm por 3 cm, coloque os eletrodos sobre os pedaços de papel com a face de contato para cima. Cubra-os com a pasta condutora e pressione tudo isso contra a pele. A pasta contém adesividade suficiente para sustentar os eletrodos na posição.

Os pontos a serem colocados os eletrodos + e - são: centro da testa e região occipital (parte mais posterior e arredondada da cabeça). O eletrodo de referência ( $\oplus$ ) pode ser colocado na face, à frente de qualquer orelha, indife-





rentemente. Para compreender melhor a colocação dos eletrodos, veja a figura 14.

Talvez você tenha uma certa dificuldade em fixar o eletrodo posterior. Uma dica é separar os cabelos da região com um palito de sorvete e aplicar a pasta condutora diretamente no couro cabeludo, colocando depois o eletrodo, sobre o local, como mencionamos anteriormente.

### Recomendações finais

Em dias muito quentes é aconselhável manter uma boa ventilação no local do experimento para evitar sudorese acumulada.

Se a pasta secar, deverá ser removida da pele com pano úmido e o eletrodo deverá receber nova aplicação de pasta.

Ao terminar a seção experimental, deve-se retirar a pasta facilmente, com um pouco de água e sabão ou simplesmente água. Não deixe a pasta secar totalmente no cabelo, pois poderá tornar-se mais difícil retirá-la.

Quando acabar toda a sua pasta condutora, você poderá adquirir nova quantidade na Filcres.

### Relação de material

#### RESISTORES

R1 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R2 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R3 — 10 M; 10% (marrom-preto-azul)  
 R4 — 10 M; 10% (marrom-preto-azul)  
 R5 — 2,2 k; 1% (vermelho-vermelho-vermelho)  
 R6 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R7 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R8 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R9 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R10 — 105 k; 1% (marrom-preto-verde-laranja)  
 R11 — 1 M; 5% (marrom-preto-verde)  
 R12 — 330 k; 5% (laranja-laranja-amarelo)  
 R13 — 330 k; 5% (laranja-laranja-amarelo)  
 R14 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R15 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R16 — 2,2 k; 5% (vermelho-vermelho-vermelho)  
 R17 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R18 — 2,7 M; 10% (vermelho-violeta-verde)  
 R19 — 2,7 M; 10% (vermelho-violeta-verde)  
 R20 — 2,7 M; 10% (vermelho-violeta-verde)



R21 — 2,7 M; 10% (vermelho-violeta-verde)  
 R22 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R23 — 1,2; 5% (marrom-vermelho-ouro)  
 R24 — 1,2; 5% (marrom-vermelho-ouro)  
 R25 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R26 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R27 — 56 k; 5% (verde-azul-laranja)  
 R28 — 1 k; 5% (marrom-preto-vermelho)  
 R29 — 100 k; 5% (marrom-preto-amarelo)  
 R30 — 22 k; 5% (vermelho-vermelho-laranja)  
 R31 — 68 k; 5% (azul-cinza-laranja)

*Todos os resistores têm seu valor dado em ohms e são de 1/8 ou 1/4 de watt.*

*Os resistores R1, R2, R6, R7, R8 e R10 são de filme metálico, sendo R1 = R7 com 0,1% de tolerância, o mesmo valendo para R2 = R6 e R8 = R10. R3 = R4 com 1% de tolerância.*

#### CAPACITORES

C1 — 10 nF/16 V (disco ou poliéster)  
 C2 — 10 nF/16 V (disco ou poliéster)  
 C3 — 47 nF/16 V (disco, cerâmico ou schiko)  
 C4 — 4,7 µF/16 V (eletrolítico)  
 C5 — 47 nF/16 V (disco, cerâmico ou schiko)  
 C6 — 22 µF/16 V (eletrolítico)  
 C7 — 1 nF/16 V (disco-poliéster ou plate)  
 C8 — 1 nF/16 V (disco-poliéster ou plate)  
 C9 — 1 nF/16 V (disco-poliéster ou plate)  
 C10 — 1 nF/16 V (disco-poliéster ou plate)  
 C11 — 47 µF/16 V (eletrolítico)  
 C12 — 100 nF/16 V (disco-poliéster ou schiko)  
 C13 — 220 nF/16 V (cerâmico ou schiko)  
 C14 — 4,7 µF/16 V (eletrolítico)

#### SEMICONDUCTORES

Q1 — 2N3819 (FET)

Q2 — BC337 (transistor)  
 Q3 — BC 327 (transistor)  
 Q4 — BC547 ou BC237 (transistor)  
 Q5 — BC547 ou BC237 (transistor)  
 D1 — 1N914 ou 1N4148 (diodo)  
 D2 — 1N914 ou 1N4148 (diodo)  
 C11 — LM 324 (circuito integrado)  
 C12 — LM 324 (circuito integrado)  
 C13 — LM 741 (circuito integrado)

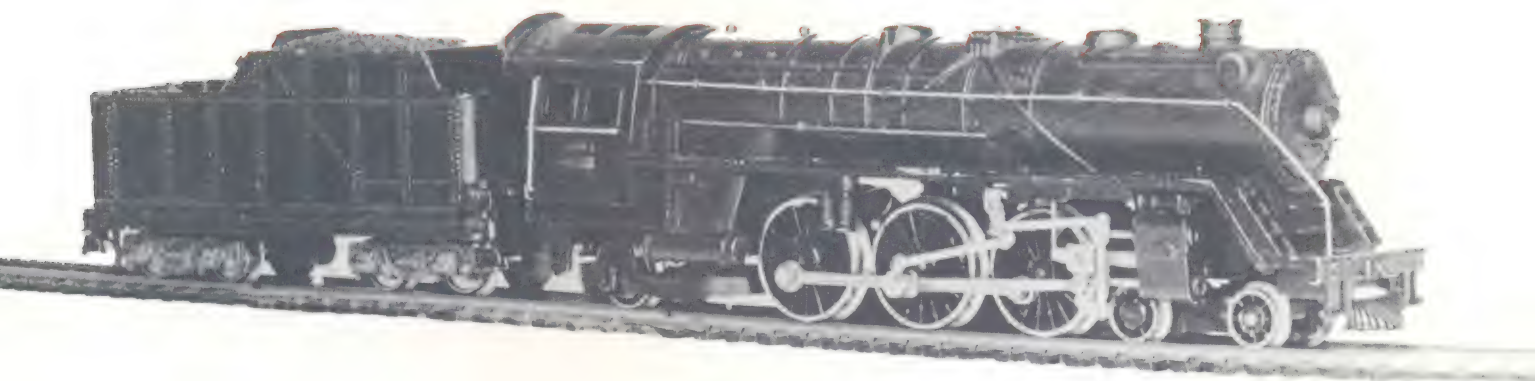
#### DIVERSOS

P1 — potenciômetro 10 kΩ linear s/ chave  
 P2 — potenciômetro 47 kΩ linear s/ chave  
 CH1 — chave H-H mini, 2 pólos x posições  
 (2) suporte para quatro pilhas pequenas  
 (8) pilha tipo lapiseira  
 (1) alto falante 8Ω.  
 1,5 m fio flexível vermelho 22 AWG  
 1,5 m fio flexível branco 22 AWG  
 1,5 m fio flexível preto 22 AWG  
 (4) espaçador de fenolite  
 (3) parafuso de 1/8" x 1/2"  
 (7) porca de 1/8"  
 (4) parafuso Allen M3 x 10 mm preto  
 (2) parafuso 1/8" x 1/4" cabeça chata  
 (2) parafuso 3/32" x 1/4" cabeça chata  
 (4) parafuso auto-atarraxante 2,9 x 6,5 mm  
 (1) parafuso 1/8" x 3/4"  
 (2) porca sextavada de 3/32"  
 (1) painel de alumínio escovado  
 (1) tomada DIN de 3 pinos  
 (1) plugue DIN de 3 pinos  
 (2) knob A-611 p/ potenciômetro  
 20 cm de fita adesiva dupla face  
 (1) chapa de latão de 5 cm x 1 cm  
 1 m de solda trinúcleo  
 100 g de pasta condutora  
 (1) caixa com tampa  
 (1) placa de circuito impresso NE3118  
 (1) manual de instruções

*Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcres e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.*



# CENTRAL DE EFEITOS SONOROS PARA FERROMODELISMO



*Uma solução genial para sonorizar seus modelos de locomotivas antigas ou modernas ou ainda a própria estrada de ferro*

- *Mais realismo para seus modelos de ferrovia*
- *Três efeitos diferentes: vapor, sino e apito*
- *Misturador permite qualquer combinação dos três efeitos*
- *Montados em 4 plaquinhas separadas para melhor distribuição*
- *Exigem apenas um pequeno amplificador e fonte de  $\pm 15 V$*

Hoje em dia, o hobbista que deseja montar seu modelo de ferrovia ou que já cultiva esse hobby há tempo, possui à sua disposição as mais aperfeiçoadas réplicas de locomotivas, de vagões de carga e passageiros, além de inúmeros complementos para formar a paisagem (casas, árvores, pessoas, etc.), que lhe possibilita montar verdadeiros complexos ferroviários em miniatura, junto a verdadeiras cidades. As possibilidades de controles também são inúmeras, conforme o modelo do trem: variação de velocidade, marcha para frente e para trás, engate e desengate de vagões, fumaça na locomotiva, luzes nas cabines dos vagões, entre outras.

Toda essa perfeição das réplicas de estradas de ferro, porém, ocorre, muitas vezes, num cenário de cinema mu-

do, com total ausência dos sons característicos de uma ferrovia real. Para sanar essa falha que rouba boa parte do realismo aos modelos, estamos lançando agora a Central de Efeitos Sonoros.

Nossa Central de Efeitos (ou sintentizador) é constituída por quatro circuitos; três deles simulam os efeitos propriamente ditos — apito, sino e vapor de locomotiva — e o quarto não passa de um misturador, através do qual pode-se combinar os três ruídos à vontade. Na figura 1 temos um diagrama de blocos que mostra como são interligados os quatro circuitos independentes e como estes são ligados ao amplificador.

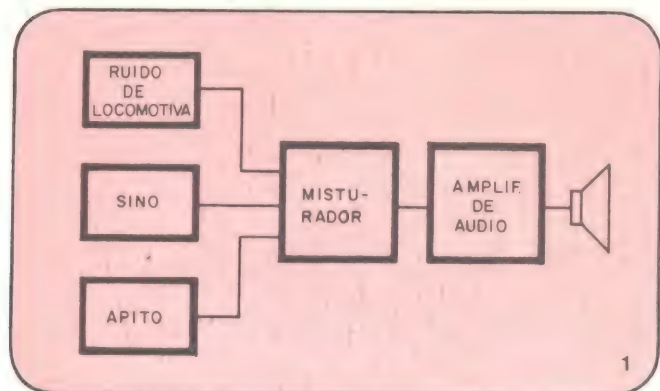
Para fins de lançamento, dividimos este kit em duas partes; este mês apresentaremos o circuito de “vapor” e o misturador, deixando para o próximo os dois restantes (apito e sino).

## Princípio de funcionamento

A operação de ambos os circuitos é bastante simples, não apresentando segredos. Vamos começar pelo circuito simulador do ruído de vapor:

O que faz o circuito de “vapor”? Ele simplesmente imita o característico “chãf-chãf” da locomotiva a vapor em movimento. Por fidelidade ao realismo, o circuito conta com um controle de velocidade do ruído, com um botão para simular a emissão contínua de vapor pela locomotiva, quando este chega à estação (que também pode ser usada para o ajuste do som correto), além da chave liga-desliga.

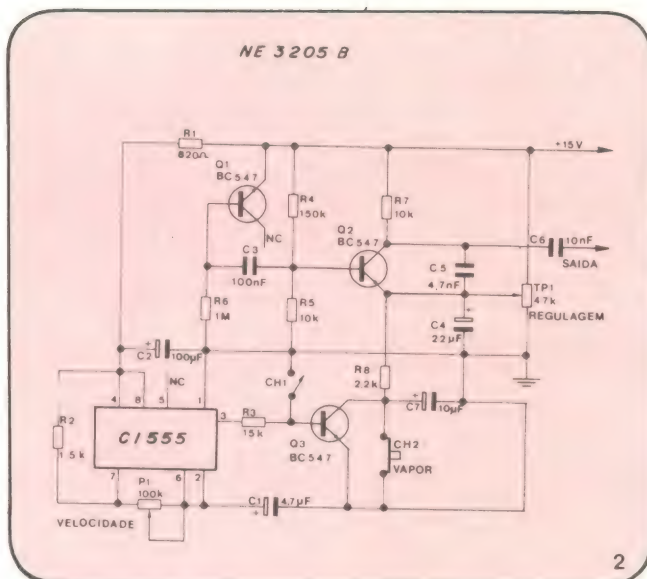
Pela figura 2, pode-se observar que o transistor Q1 é



## 1.ª PARTE

Equipe Técnica Nova Eletrônica



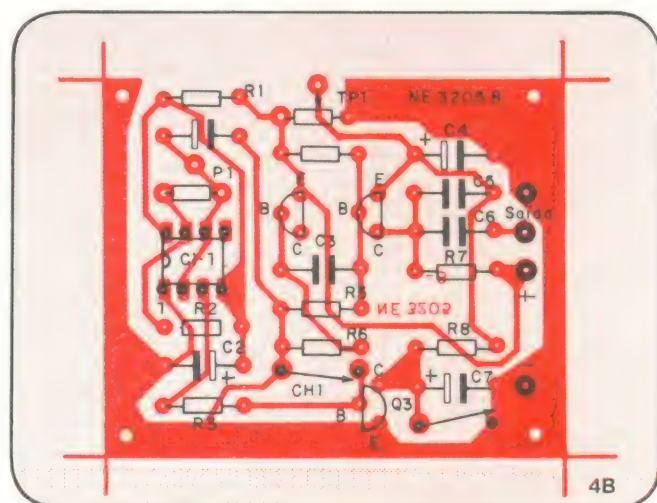
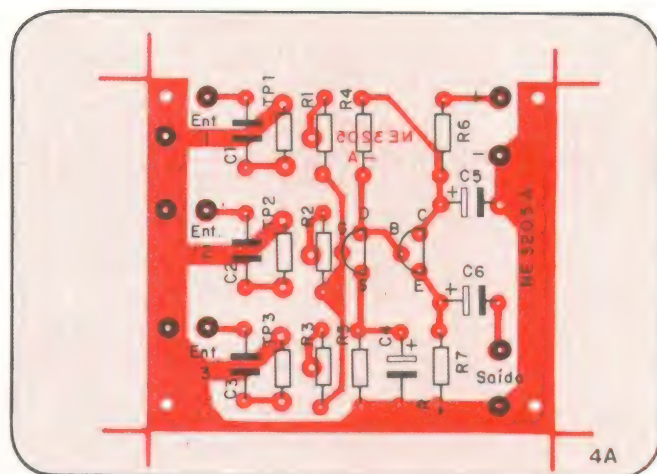
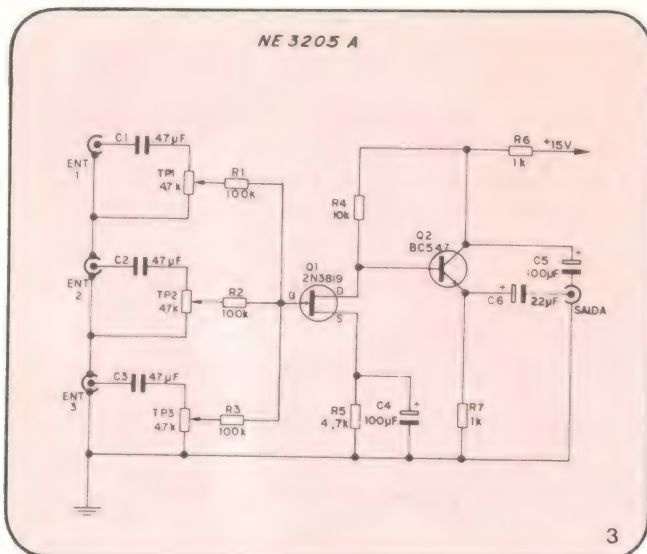


usado na região de avalanche, gerando ruído branco em R6; este sinal é amplificado por Q2, transistor ajustado por TP1 para um ponto pouco abaixo do corte. O gerador de pulsos constituído pelo 555 tem sua frequência regulada pelo potenciômetro P1, que com isso determinará a "velocidade" do trem. Os pulsos provenientes daí são aplicados em Q3, que atua como uma chave eletrônica; sempre que este transistor conduzir, Q2 ficará polarizado, enviando um "chãf" para a saída. O capacitor C5 está encarregado de cortar as frequências mais altas, de modo a produzir um ruído mais suave e semelhante ao escape de vapor. Os capacitores C4 e C7, por sua vez, fazem com que o início de cada ciclo de ruído seja imediato ao final do ciclo anterior, evitando estalos no alto-falante a cada início ou final de ciclo.

Passemos a nos ocupar agora do funcionamento do misturador:

A finalidade do misturador é a de, como se vê pela figura 3, combinar o som dos três circuitos de efeito (vapor, apito e sino) e dosá-los convenientemente; isso é feito na porta do FET Q1, através de C1, C2, C3, P1, P2, P3, R1, R2, R3, conforme mostra a figura. Depois de Q1, temos apenas um seguidor de emissor, formado por Q2 e seus componentes, que age como amplificador dos sinais misturados.

A alimentação para os dois circuitos é de + 15 V.



## Montagem

A montagem dessas placas, que aparecem na figura 4, vistas pelo lado dos componentes, não oferecem maiores dificuldades. Recomendamos que você comece montando o misturador, uma vez que será necessário para o ajuste do circuito de "vapor".

Comece soldando os resistores e capacitores (observando sempre a polaridade destes últimos quando forem eletrolíticos). Em seguida, solde os dispositivos semicondutores (transistores e CIs), evitando o sobreaquecimento dos mesmo e observando sua colocação correta na placa (consulte para isso a figura 5)

Após os semicondutores, passe a soldar os trimpots e também fios de 10 cm de comprimento para alimentação (+ e -). No caso do circuito de "vapor", é preciso ligar mais três fios de 10 cm nos pontos reservados para P1, e depois soldar as extremidades dos mesmos ao potenciômetro de "velocidade". A chave CH2, que, como já vimos, simula a descompressão do trem ao parar, foi dada como opção. Se você desejar tal efeito, deve ligar uma chave de pressão nos pontos reservados a ela.

## Ajuste

A primeira coisa a fazer, para iniciar o ajuste, é aco- plar um circuito ao outro, providenciando a alimentação e o amplificador externo, conforme nos exemplifica o diagrama de blocos da figura 1. Ligue então, através de um co- nector ou por soldagem direta, a saída do circuito de "va- por" à primeira entrada do misturador, e junte também os fios de alimentação de ambos ("+" com "+", "-" com "-"). A alimentação poderá ser obtida, por exemplo, da



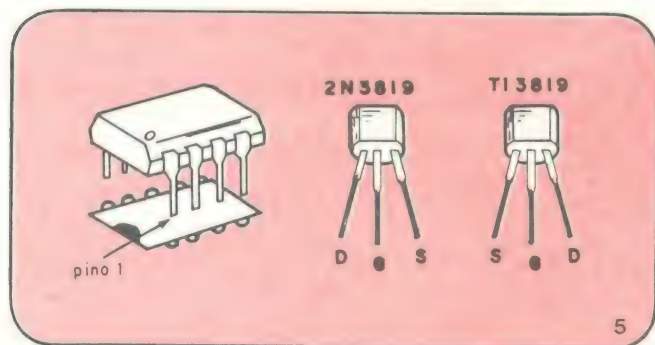
PLACA DO  
MISTURADOR

PLACA DO  
CIRCUITO  
DE "VAPOR"

Fonte Regulada 0/15 V — 1 A, ou da Fonte 15—0—15 V, 1 A, ambas lançadas em kit pela Nova Eletrônica. Quanto ao amplificador, você poderá optar pelo TBA 810 ou TDA 2020, da NE, ou qualquer outro equivalente. Todos os potenciômetros e trimpots devem estar a meio curso.

A seguir, ligue a fonte e o amplificador. Não se assuste caso o ruído não se assemelhar ao de um trem a vapor; observe, apenas, se há algum ruído cíclico no alto-falante, pois na ausência dele houve, provavelmente, algum engano na montagem. Gire vagarosamente o trimpot TP1, até que o som venha a imitar uma locomotiva a vapor; se necessário, aumente o volume do som, por intermédio do trimpot TP1 do misturador.

Ajustado o ruído, pode começar a testar os controles do circuito: P1 varia a velocidade de escape do "vapor"; CH2 torna o ruído contínuo, como se o trem estivesse pa-



rando na estação; e CH1 coloca e retira o som do alto-falante, conforme seu desejo.

Até o próximo mês, quando sua Central ficará ainda melhor, com o acréscimo dos ruídos de sino e apito. Não perca.

### Relação de componentes

#### CIRCUITO DE "VAPOR"

##### resistores

R1 — 820Ω  
R2 — 1,5 kΩ  
R3 — 15 kΩ  
R4 — 150 kΩ  
R5 — 10 kΩ  
R6 — 1 MΩ  
R7 — 10 kΩ  
R8 — 2,2 kΩ  
Trimpot — 47 kΩ

Obs.: todos os resistores de 1/4 ou 1/8 W

##### Capacitores

C1 — 4,7 μF/16 V — eletrolítico

C2 — 400 μF/25 V — eletrolítico  
C3 — 100 nF/16 V — disco, poliéster ou schiko  
C4 — 22 μF/25 V — eletrolítico  
C5 — 4,7 nF/16 V — disco, poliéster ou schiko  
C6 — 10 nF/16 V — disco, poliéster ou schiko  
C7 — 10 μF/16 V — eletrolítico

##### semicondutores

Q1 — BC 547, BC 237 ou equivalente NPN  
Q2 — BC 547, BC 237 ou equivalente NPN  
Q3 — BC 547, BC 237 ou equivalente NPN  
CI1 — LM 555 ou μA555

##### diversos

P1 — potenciômetro 100 kΩ — linear  
CH1 — chave HH  
Fio flexível 22 AWG — 80 cm  
Solda — 0,5 m  
Placa NE 3205-B  
Manual de instruções

#### MISTURADOR

##### resistores

R1 — 100 kΩ  
R2 — 100 kΩ  
R3 — 100 kΩ  
R4 — 10 kΩ  
R5 — 4,7 kΩ  
R6 — 1 kΩ  
R7 — 1 kΩ  
TP1 — trimpot 4,7 kΩ  
TP2 — trimpot 4,7 kΩ  
TP3 — trimpot 4,7 kΩ

##### capacitores

C1 — 0,47 μF — disco, poliéster ou schiko  
C2 — 0,47 μF — disco, poliéster ou schiko  
C3 — 0,47 μF — disco, poliéster ou schiko  
C4 — 100 μF — eletrolítico  
C5 — 100 μF — eletrolítico  
C6 — 22 μF — eletrolítico

##### Semicondutores

Q1 — 2N 3819 ou TI3829 (FET)  
Q2 — BC 547, BC 237 ou equivalente NPN

##### diversos

Fio flexível 22 AWG — 40 cm  
Placa de circuito impresso NE 3205-A  
Solda — 0,5 m  
Manual de instruções

*Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser adquiridos, prontos para montar, na Filcres e em todos os representantes espalhados pelo Brasil. Consulte sempre as últimas páginas de cada número da Nova Eletrônica para manter-se informado sobre kits e representantes.*



# POR DENTRO DO RADAR

Paulo Nubile

Iniciamos neste número da Nova Eletrônica uma nova série de artigos, visando discutir aparelhos e sistemas que derivaram de pesquisas no campo da eletrônica e hoje são largamente usados. Dentre eles podemos incluir o rádio, a televisão, o telefone, as lâmpadas, o radar e uma extensa lista de aparelhos a qual não lhe será muito difícil alongar.

O primeiro deles será o radar, instrumento útil nos tempos de paz, mas desenvolvido para a guerra. Facetas da natureza humana: o ódio apressa a imaginação. Se esta fosse uma revista de filosofia poderíamos debater o assunto com mais vagar. Como é uma revista de eletrônica, vamos estudar os resultados da imaginação, deixando para o leitor a tarefa de pesquisar qual foi o combustível que possibilitou o surgimento deste engenhoso invento.

## O que é um radar?

O termo radar deriva da frase em inglês "Radio Detections And Ranging". O radar é capaz de detectar objetos distantes emitindo ondas de rádio de um transmissor suficientemente poderoso para permitir que as ondas refletidas possam ser captadas por um receptor colocado geralmente no mesmo local do transmissor. Os sinais recebidos são chamados de ecos. As propriedades dos ecos recebidos são usadas para determinar certas características do objeto que os causou. Assim, o radar tende a atuar como uma extensão da capacidade visual do homem. Pode detectar a presença de objetos situados em pontos onde os olhos não sonhariam ver. Além disso, a detecção através de um radar não é atrapalhada pela noite, ou por nevoeiros, ou por fumaça e muitos outros obstáculos que impedem a visão humana.

O processo de detecção é quase instantâneo. As ondas de rádio emitidas pelo radar se propagam pela atmosfera com uma velocidade bem definida (aproximadamente igual à velocidade da luz no vácuo). Assim, o tempo que o radar demora para detectar um objeto situado a uma distância  $R$  é dado por

$$T = 2R/c$$

O fator 2 vem do fato de que a onda percorre duas vezes a distância  $R$ , do

**Os distúrbios meteorológicos e atmosféricos podem atrapalhar a operação de um radar. Por outro lado, existem radares construídos especialmente para detectar esses distúrbios.**

radar ao objeto e do objeto ao radar. Medindo o tempo  $T$ , a distância em que se encontra o objeto estará determinada. Similarmente, se houver qualquer movimento relativo entre o radar e o objeto, haverá um desvio em frequência, chamado de frequência doppler, dado por

$$f_d = 2 \mu \lambda$$

onde  $\mu$  é a velocidade relativa e  $\lambda$  é o comprimento de onda da radiação emitida. Este desvio em frequência pode ser medido comparando a frequência do sinal recebido com a frequência do sinal emitido.

As antenas de um radar têm direcionalidade. Medindo a direção para a qual a antena estiver apontando quando o eco for recebido, as coordenadas angulares do objeto estarão definidas. Observe a figura 1. Suponha que o radar esteja no centro do sistema de coordenadas, as coordenadas angulares são, portanto, os ângulos  $A$  e  $B$ , respectivamente, elevação e azimute. Finalmente, as informações referentes à geometria do objeto são obtidas comparando-se as ondas transmitidas com os ecos recebidos.

## Usos do radar

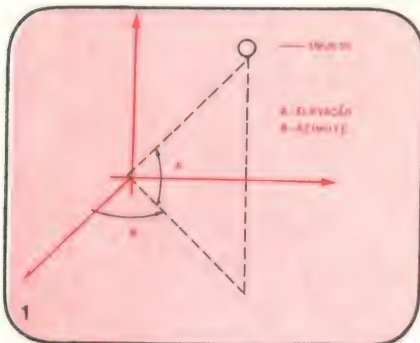
O radar é empregado em terra, na água ou no ar; ou ainda no espaço. Os

radares fixados na terra são usados principalmente para a detecção de objetos voadores, como aviões, tecotecs e OVNI's. Outra aplicação que se popularizou muito no Brasil de alguns anos para cá é a detecção de automóveis que excedem uma determinada velocidade (80 km/h, segundo nossa legislação). O radar nos navios é usado também para propósitos de navegação, na detecção de bóias e de distúrbios climáticos, como tempestades, furacões etc.

No espaço o radar é usado para a observação dos meteoritos ou de outra nave espacial, especialmente para propósitos de acoplamento, pouso e decolagem em terreno desconhecido como o da Lua ou de algum planeta.

Quando o radar é usado para a pesquisa de objetos, a antena usualmente percorre uma área pré-determinada. A energia irradiada é focalizada num feixe fortemente direcional. Se o feixe encontrar um objeto, haverá como resposta um eco que, como já vimos, pode dar as 3 coordenadas do objeto, além de informações sobre a própria geometria do objeto.

O radar também pode ser usado para mapeamento. Geralmente são colocados num avião com a antena fixa. O mapa é gerado de acordo com o voo do avião. Observe a ilustração da figura 2.



As coordenadas que definem a posição de um objeto.



Mapeamento feito por um avião.

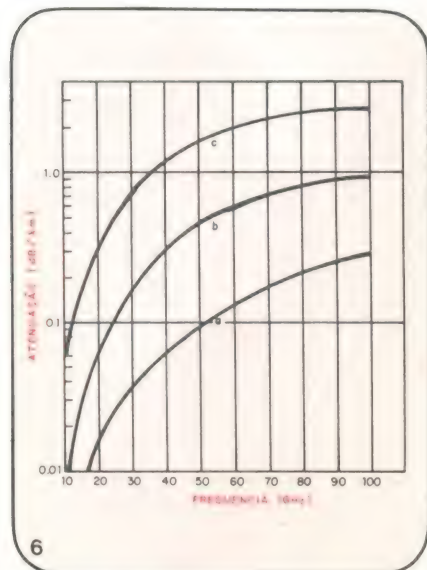






quência devido à presença de oxigênio ou vapor d'água.

As quedas de água também afetam a passagem das ondas de rádio por absorção ou espalhamento. O efeito de espalhamento é complicado e afeta as ondas de rádio conforme o gráfico da figura 6. Nesse gráfico o parâmetro é o coeficiente pluviométrico (mm/h).



Atenuação por chuvas.

### Tipos de radar

Os radares podem ser divididos de acordo com o sinal por eles emitidos, cada um com sua aplicação específica.

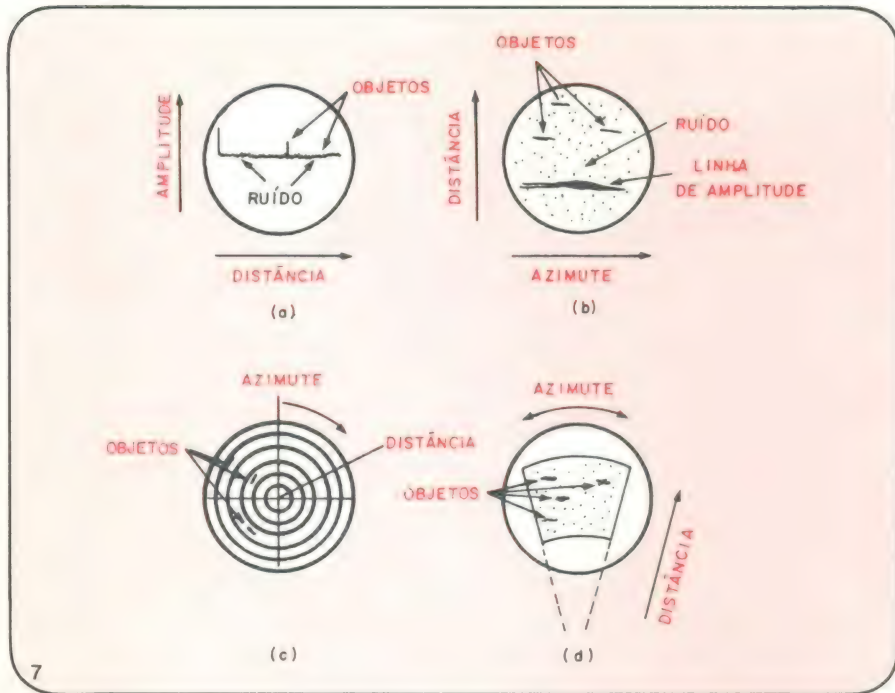
**A — Radar pulsado** — É o mais velho e o mais largamente utilizado dos radares modernos. É também conhecido como radar não-coerente. Nele apenas as informações de amplitude e tempo são analisadas. Como não há coerência, a informação de fase é perdida.

**B — Radar de indicação de objetos em movimento** — Conhecido pela sigla MTI ("moving target indicator"). Trata-se do radar capaz de distinguir um objeto e comparar sua velocidade com a do próprio radar.

**C — Radar de onda contínua** — Um radar pulsado emite um pulso de rádio-frequência e silencia, à espera do eco de retorno. Num radar de onda contínua, a transmissão e a recepção são simultâneas, isto é, não há "descanso" do transmissor enquanto o receptor estiver trabalhando.

**D — Radar de onda contínua em frequência modulada** — Trata-se de uma sofisticação do radar de onda contínua. A função da modulação em frequência é permitir a determinação da posição do objeto, o que não é possível com um radar de onda contínua simples.

**E — Radar pulsado doppler** — Si-



Tipos de mostradores de um radar pulsado.

milar ao radar pulsado. Também transmite um trem periódico de pulsos. A diferença importante vem do fato que a radiação emitida é coerente. Então, cada pulso emitido tem uma referência de fase que pode ser comparada ao eco recebido, abrindo a possibilidade de determinação a velocidade do objeto detectado, através da frequência doppler.

### Os displays dos radares pulsados

A figura 7 dá os quatro tipos de mostradores existentes para um radar pulsado. O primeiro deles (7A), conhecido como "A scope", dá apenas a informação de distância do objeto detectado. O segundo, conhecido como B scope (7B), dá a distância em função do ângulo azimutal. O terceiro, conhecido como PPI ("plan presentation indicator") dá uma indicação mais realista do objeto; o ângulo azimutal não é linearizado como no B scope. Final-

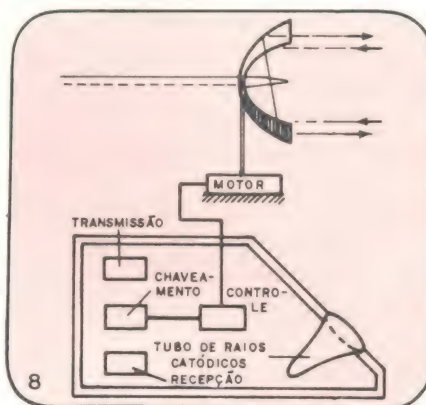
mente, na figura 7D há uma variação do PPI. Nele, uma seção do plano de representação é selecionado e expandido. É usado para reconhecimento minucioso de áreas.

Existem outros tipos de mostrador, mas os que acabamos de discutir englobam todos os tipos existentes em radares de pesquisa.

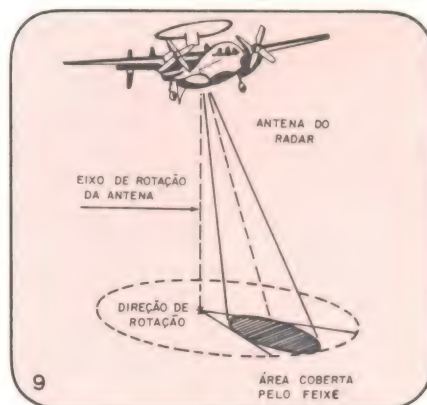
### Instalação dos radares

Como já vimos, o radar pode ser usado tanto em terra, como em água, como em mar ou no espaço. Para cada aplicação específica o radar é instalado de uma forma peculiar.

A figura 8 mostra a instalação de um radar em terra, com suas várias partes. Um motor se incumba de prover a varredura da antena diretiva. Na figura 9 mostramos a instalação de um radar num avião. Neste caso a varredura é circular e o círculo representa a área total de alcance do radar.



Instalação de um radar em terra.



Instalação de um radar em avião.



# O PROBLEMA É SEU

Ano novo, Anastácio não resistiu e também saiu de férias. Mas, para não deixar seus pais tristes — pelo contrário, eles ficaram alegrrissimos — Anastácio resolveu dar-lhes um presente.

Pensou muito em qual presente deixaria os velhos mais satisfeitos. Não foi preciso pensar muito, ele logo descobriu. 'Já sei' disse ele 'vou aproveitar meus conhecimentos de lógica digital e vou montar um circuito que dispare a campainha exatamente na passagem do ano'.

Porém, o resultado foi catastrófico. Anastácio bolou o circuito e montou. Só que no lugar da campainha soar na passagem do ano, ela foi soar três dias depois. Os pais de Anastácio dormiam após um fatigante dia de trabalho e levaram o maior susto do século.

Pobre Anastácio, umas boas broncas o esperam na volta. Foi tal o susto dos velhos que o pai resolveu mexer em seus rascunhos para ver se descobria algum indício de loucura do filho.

Seu velho pai encontrou rascunhos dos 4 circuitos apresentados. Na certa deve ter tido alguma dúvida em qual deles montar e optou por um deles. Lamentável.

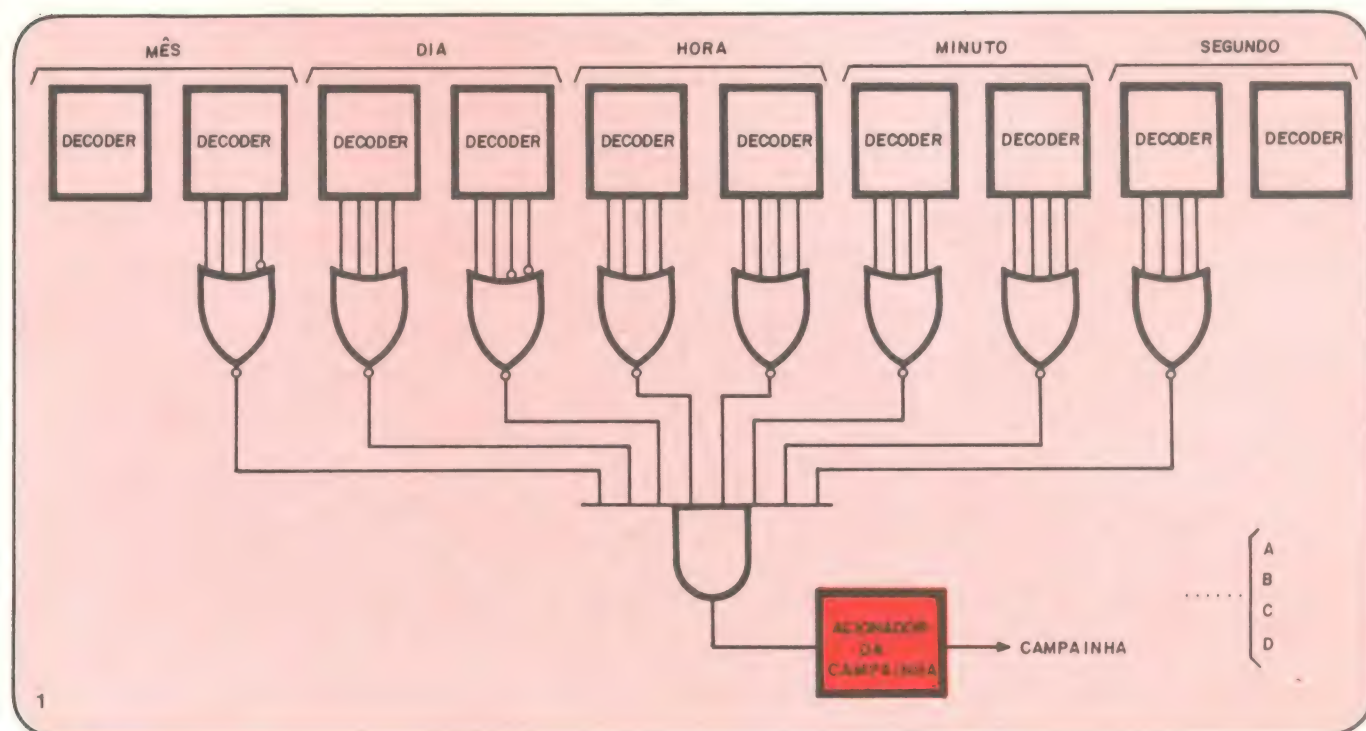
Anastácio, você não pensou direito e foi escolher justamente o errado. Aliás, todos os circuitos estão errados.

Dos 4 circuitos, um deles aciona a campainha de hora em hora, um outro dispara a campainha todo dia às 11 horas, um terceiro nunca dispara a campainha e um quarto só dispara a campainha no dia 3 de janeiro (e não no dia 1º, como queria Anastácio).

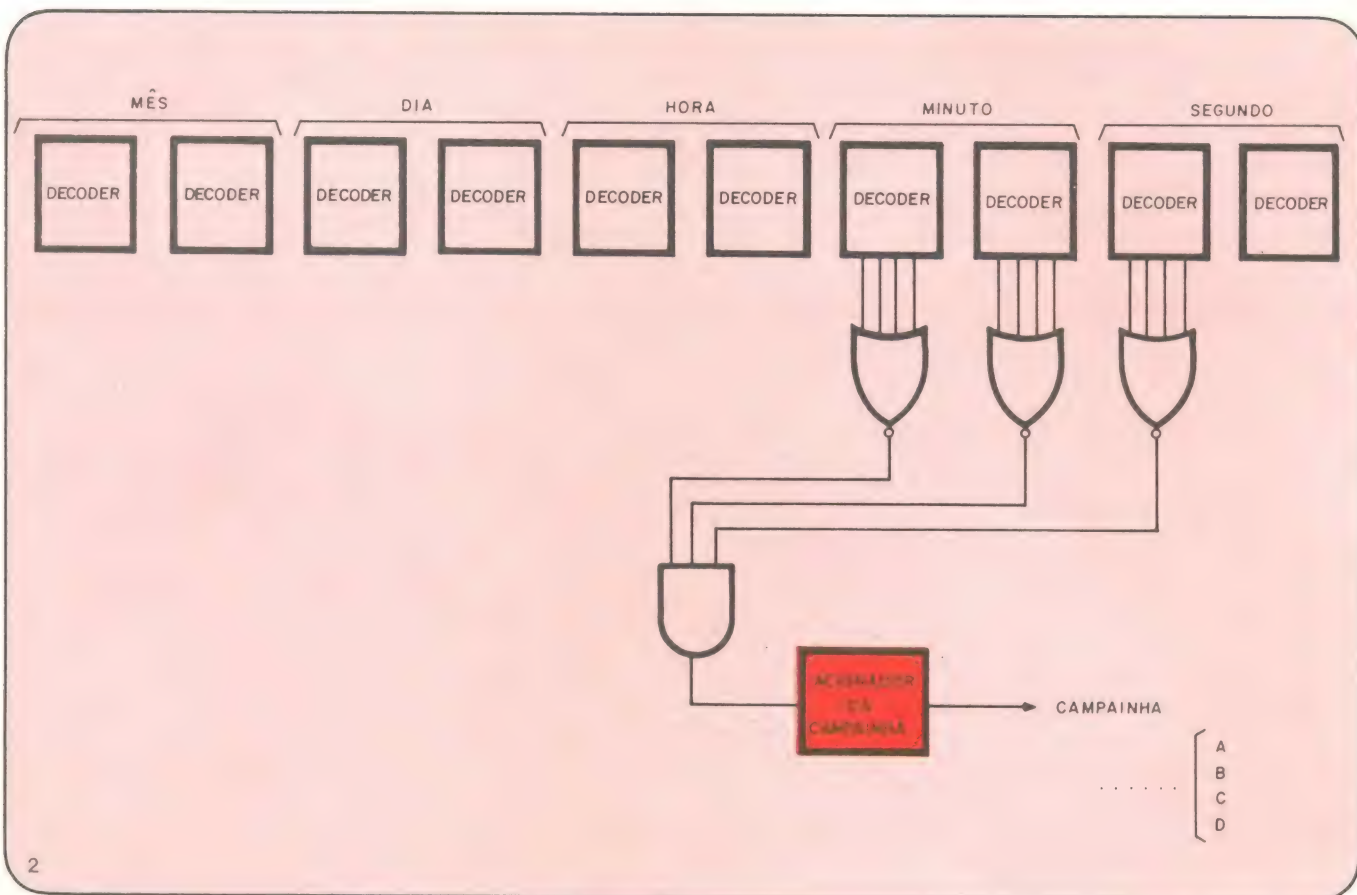
O Problema é Seu deste mês é simples. Coloque ao lado de um dos circuitos a letra A, se a campainha toca de hora em hora; a letra B se a campainha dispara todo dia às 11 horas; a letra C se a campainha nunca dispara e a letra D se o disparo só se dá no dia 3 de janeiro.

Solução do mês anterior:

Televisor.....	4
Receptor AM.....	1
Receptor FM.....	3
Relógio Digital.....	6
Aspirador de pó.....	2
Kit controlador de potência.....	5







# BRASITONE

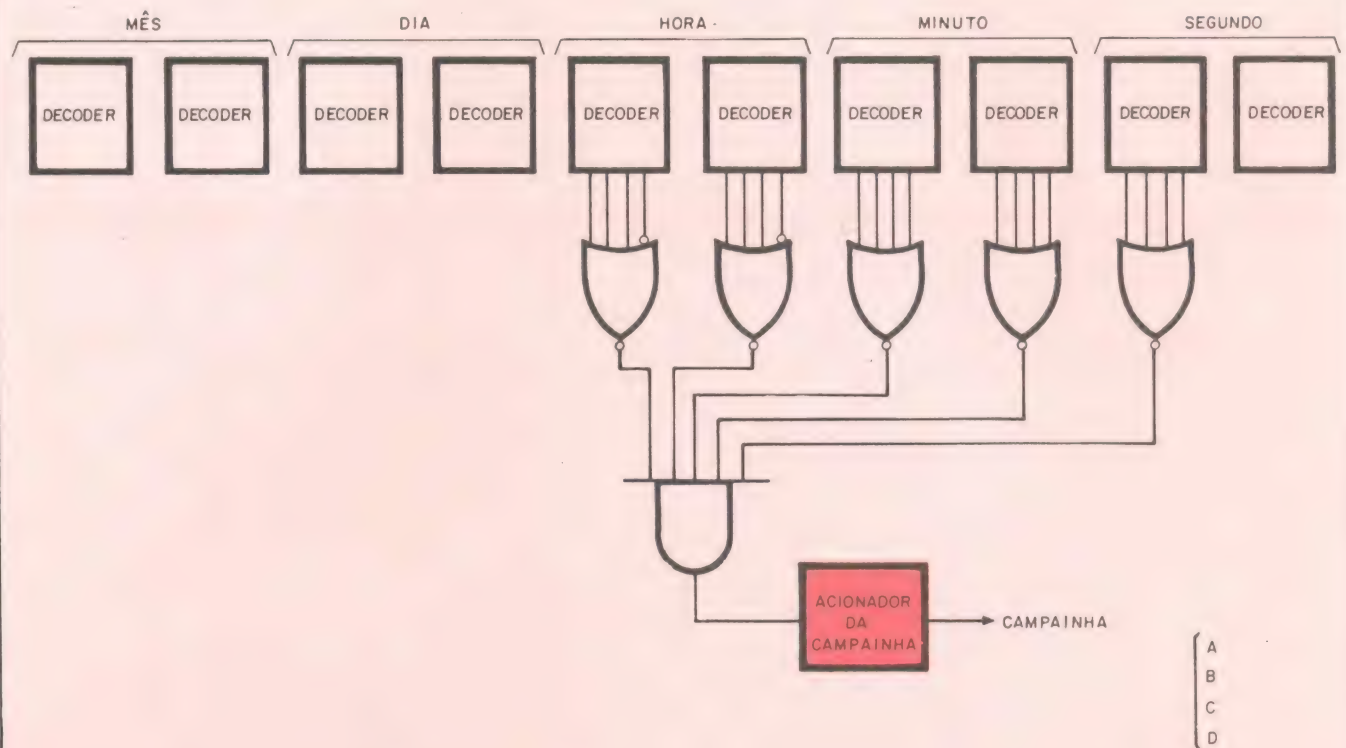
**Em Campinas**

**O mais completo e variado estoque  
de circuitos integrados C-MOS, TTL,  
Lineares, Transístores, Diodos,  
Tirístores e Instrumentos Eletrônicos**

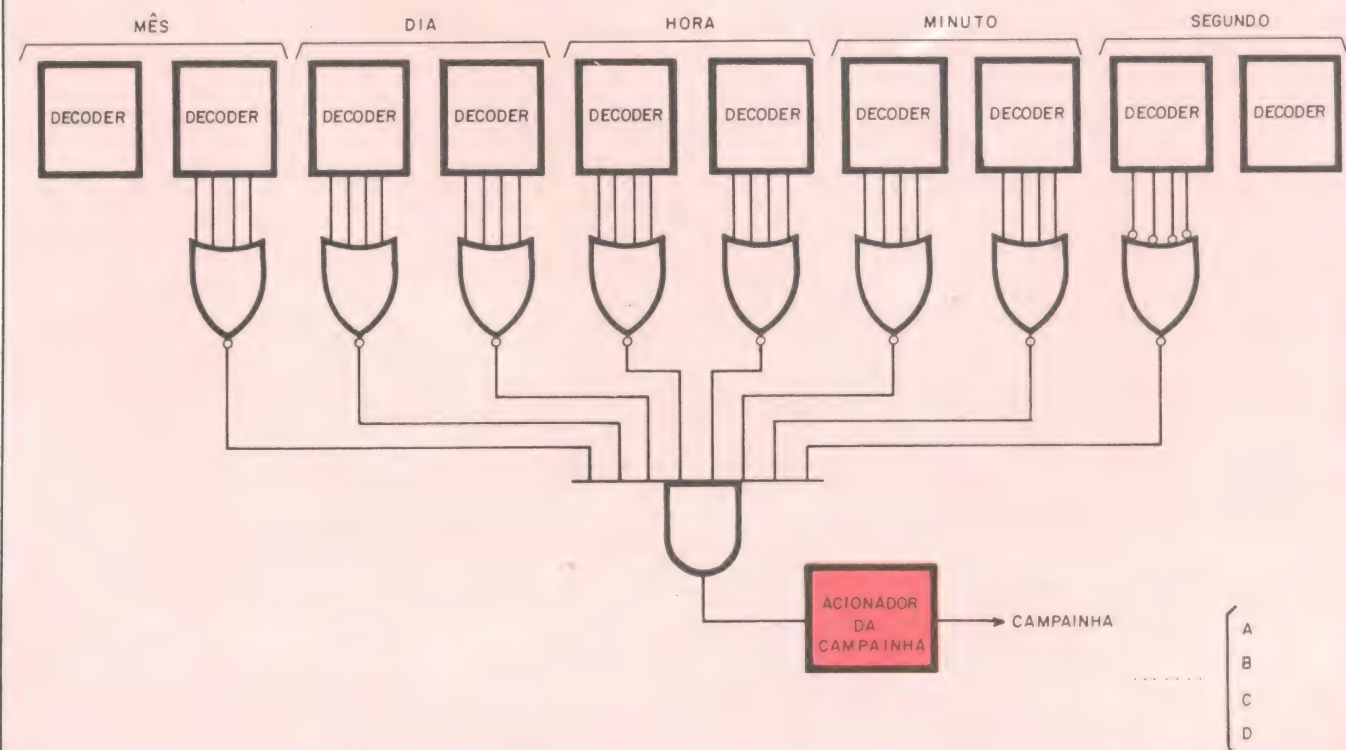
**KITS NOVA ELETRÔNICA**

Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756





3



4



# a tabela do

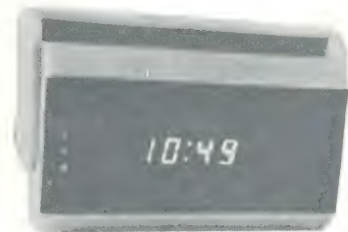
# MES

Normalmente, o sinal a ser modulado em qualquer sistema de transmissão interfere em algum parâmetro de um sinal de frequência bem mais alta, conhecido como sinal da portadora. O sinal que faz com que algum parâmetro da portadora varie é conhecido como **sinal modulante**, ou simplesmente a **informação**. O sinal da portadora é geralmente uma senóide e a informação interfere nos seguintes parâmetros: nível, frequência e fase da portadora. Outros tipos de modulação podem ser aplicados a sinais especiais, por exemplo, a modulação em largura e posição de pulso.

Já que existem vários tipos de modulação, cada um deles foi abreviado e em toda a literatura técnica esses termos aparecem constantemente. A TABELA DO MES fornece todos os tipos de modulação mais usuais, com uma breve discussão do significado de cada abreviatura.

- |          |   |          |   |
|----------|---|----------|---|
| CW.....  | Modulação de <b>Onda contínua</b> — consiste de um sinal de radiofrequência de frequência fixa, sem modulação. O chaveamento de um sinal de telegráfico é também conhecido como CW. | FM.....  | Frequência modulada — consiste de um sinal cuja frequência varia conforme a informação.   |
| ASK..... | "Amplitude Shift Keying" — modulação de uma informação digital pela mudança da amplitude da portadora.  | NBFM.... | Modulação FM de faixa estreita — sinal modulado em FM mas com desvio em frequência menor do que no FM normal.   |
| AM.....  | Modulação em <b>amplitude</b> — modulação em amplitude em duas bandas e com portadora, para distinguir das variações desse tipo de modulação (DSBSC, SSB etc.).                     | PM.....  | Modulação de fase — resulta quando o desvio de fase da portadora é proporcional ao sinal da informação.   |
| DSBSC... | Modulação em amplitude em banda dupla e sem portadora — consiste de um sinal modulado em AM mas filtrado na frequência da portadora, para suprimi-la.                               | FSK..... | "Frequency-Shift Keying" — consiste de um sinal modulado em frequência por uma informação digital (binária).  |
| SSB..... | Modulação AM de banda única — consiste num sinal modulado em AM com filtros na portadora e em uma das bandas.   | PSK..... | "Phase Shift Keying" — consiste de um sinal modulado em fase por uma informação digital (binária).  |
| VSB..... | Vestigial Sideband — consiste de um sinal AM com uma das bandas e a portadora parcialmente removidas pela filtragem.  | PAM..... | Modulação em amplitude de pulsos — resulta da variação do nível de uma série de pulsos de acordo com o sinal da informação.   |
|          |   | PWN..... | Modulação em largura de pulso — resulta da variação do tempo de duração dos pulsos de acordo com o sinal da informação.   |
|          |   | PPM..... | Modulação em posição de pulso — resulta quando o sinal modulante varia a posição de um pulso em relação ao suposto sinal pulsado não modulado.                              |
|          |   | PCM..... | Modulação codificada de pulsos — consiste de uma série de palavras binárias correspondentes à amplitude do sinal da informação.   |
|          |   | DPCM.... | Modulação codificada de pulsos diferencial — é uma modificação do PCM na qual a taxa de variação da amplitude em relação ao tempo também é codificada numa palavra binária. |

## RALLY



Com seu *display* fluorescente verde, o *Rally* é um relógio digital especialmente preparado para as condições de funcionamento em automóveis. Além de apresentar em baixo consumo, ele permanece aceso apenas quando a chave de ignição do veículo está ligada. Mas isto não quer dizer que ele interrompa sua contagem quando o carro é desligado; embora apagado, o *Rally* continua o seu trabalho, evitando que você tenha de reajustá-lo a cada vez que entra no carro. E tem mais, a luminosidade do *display* é automaticamente controlada pelas condições de luz ambiente.

**KITs NOVA ELETRÔNICA**  
para amadores e profissionais  
À VENDA: NA FILCRES  
E REPRESENTANTES



**O MAIOR  
DISTRIBUIDOR  
DE  
COMPONENTES  
DO BRASIL**

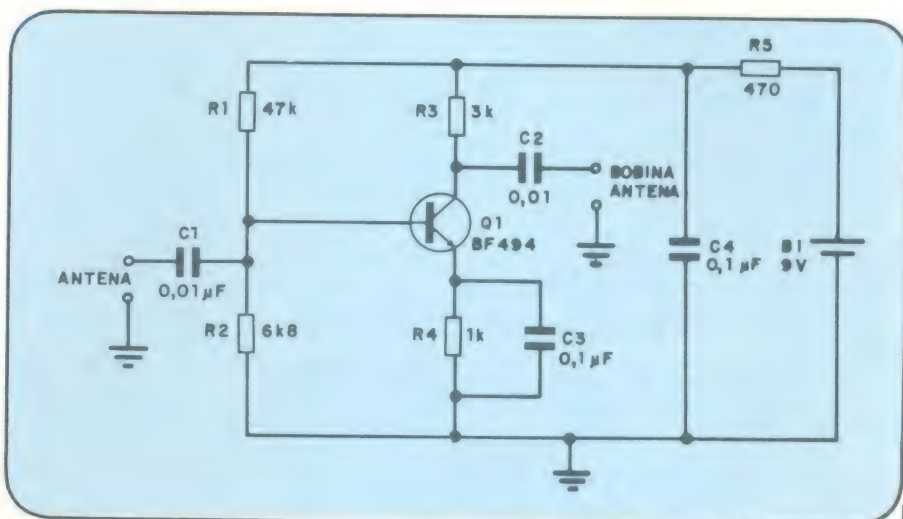
Rua Aurora, 165 – SP  
Fone: 223-7388 r. 2



## Idéias do lado de lá

O Ebersson Tadeu  
H. de Souza,  
de São Paulo,  
divulga seu  
amplificador  
de antena para FM.

"Atualmente estou cursando o 4.º ano do curso técnico em eletrônica, em São Paulo. Como leitor assíduo da revista Nova Eletrônica, venho dar minha contribuição para a seção Idéias do Lado de Lá. O circuito por mim desenvolvido soluciona o problema de má recepção em FM, pois trata-se de um amplificador de sinais para essa faixa.



Obs.: Na prática este circuito funcionou perfeitamente, melhorando sensivelmente a recepção".

## ESTAÇÃO DE SOLDA RPX 9952-C E RPX 9954-LM

Com temperatura regulável — com valor de corrente de fuga menos que 0,75 mA, sem picos na ponta.

Com ferro de soldar de 24 V, 40 W, cabo de silicone e com luva térmica.

**Ferros de soldar especiais** com cabo de silicone e com luva térmica para 12, 24, 48, 110 e 220 V, 40 Watts.

### Circuitos impressos

Kits para fabricação própria. Ensinamos toda sexta-feira o processo. Protótipos faremos na hora.

Temos todo material para pequena ou média produção.

**Conversores** de 12 Vcc a 110 V CA 160 Watts.

Fabricamos sob encomenda qualquer conversor CA-CC.

Garantida 6 meses contra qualquer defeito de fabricação.

Assistência técnica em 24 horas. Peças de reposição.



**NOSSOS MATERIAIS PODEM SER ADQUIRIDOS DIRETAMENTE DA FÁBRICA OU DOS NOSSOS REVENDADORES.**



ROMIMPEX S.A. Rua Anhaia, 164/166 - CEP 01130 - São Paulo - S.P. - Brasil  
Fones: (011) 220-8975 - 220-1037



# NOTÍCIAS DA NASA

## *Novo dispositivo médico implantável é baseado em tecnologia espacial*

Um dos últimos desenvolvimentos médicos realizado com o auxílio de tecnologia utilizada para fins espaciais consiste de um dispositivo de apoio cardíaco, implantável, capaz de evitar as milhares de mortes causadas pela operação errática do coração, conhecida como fibrilação ventricular.

Um estudo piloto do dispositivo foi divulgado pelo *New England Journal of Medicine*, através de uma equipe de cientistas do Hospital Sinai, de Baltimore, das Instituições Médicas John Hopkins e do laboratório de física aplicada John Hopkins. O defibrilador automático, cujo nome comercial será *AID*, foi concebido e inventado pelo médico Michael Mirowski, diretor da área de tratamento de coronárias daquele hospital.

Com 7 cm<sup>2</sup> de área, apenas, e encapsulado em titânio, pesando 255 g, o dispositivo é programado para monitorar constantemente o coração, reconhecer arritmias perigosas e proporcionar automaticamente um choque elétrico através de eletrodos em contato direto com o coração, restaurando assim o passo normal do órgão.

O aparelho assemelha-se ao tradicional marca-passo, mas possui uma função bem diversa. Implantado logo abaixo da pele, na área superior do abdômem, em pacientes sujeitos à fibrilação ventricular — que consiste de contrações rápidas e descoordenadas do coração, ocasionadas por distúrbios graves na atividade elétrica cardíaca — esse novo defibrilador tem a vantagem de ficar constantemente disponível ao paciente, sem requerer a presença de pessoal ou equipamentos especializados.

Na implantação, um dos eletrodos é afixado na extremidade inferior do coração, enquanto o outro, com o formato de um pequeno prato raso invertido, é posto em contato com a borda superior do mesmo órgão. A primeira descarga, ou choque, ocorre 15 segundos após o início da fibrilação, tempo dado ao coração para que tenha chance de se corrigir por si; se o primeiro choque não tiver efeito sobre a anormalidade, mais três poderão ser produzidos, até que seja restaurado o ritmo normal do coração. E os dois últimos, se preciso for, terão sua intensidade ligeiramente elevada. O dispositivo será alimentado por baterias especiais de lítio, com uma vida útil de 3 anos ou 100 choques elétricos.

A NASA e o laboratório de física aplicada desenvolveram um instrumento de monitoração e gravação para o defibrilador, pesando apenas 340 g, para ser convenientemente utilizado pelo paciente. Esse registrador externo monitora o desempenho a longo prazo do aparelho implantado; pode ser disparado pelos espasmos do coração, armazenando dados eletrocardiográficos anteriores e posteriores à ação do defibrilador. Ele registra também o número de fibrilações, de aplicações de pulsos, os momentos em que ocorreram e o tempo decorrido desde o último registro.

A NASA está ainda envolvida, sob contrato, em testes pré-clínicos intensivos do dispositivo chamado *AID* e, juntamente com o laboratório de física, estará desenvolvendo a próxima geração do defibrilador.

## TÉCNICOS EM ELETRÔNICA

*Uma empresa de grande porte, com sede em São Paulo, tendo um departamento de manutenção com 500 técnicos, e em grande expansão, é realmente uma garantia de segurança e um bom atrativo profissional.*

*Estamos convidando você para fazer parte desta equipe de técnicos de manutenção de equipamentos digitais, em qualquer das nossas 14 sedes, distribuídas em todo o Brasil abrangendo desde terminais até computadores de grande porte, passando por vários níveis intermediários.*

### Exigimos:

*Para cobrir as exigências do cargo você deve ter no mínimo 1 ano de experiência, preferencialmente em eletrônica digital, e conhecimentos básicos de inglês para leitura de manuais.*

### Oferecemos:

*Trabalho com a mais avançada tecnologia; salário compatível com o mercado; treinamento e demais vantagens e benefícios de uma empresa de porte.*

*Estaremos aguardando o seu curriculum com pretensão salarial através da caixa postal 060 - a/c do 4321/Departamento de Manutenção - CEP 06000 - Osasco - SP.*



## Sofisticados controles desenvolvidos para motores a jato

O Centro de Pesquisas Lewis, da NASA, instalado em Cleveland, já completou os testes de um sistema de controle para motores totalmente computadorizado, visando os aviões a jato do futuro. Desenvolvido através de um projeto conjunto NASA-Força Aérea, o novo sistema de controle multivariável promete um nível elevado de precisão, resposta e repetibilidade, além das vantagens de uma vida útil mais extensa e maior confiabilidade do motor.

O coração desse sistema de controle é um computador digital, encarregado de monitorar várias funções do motor, a fim de garantir um ótimo desempenho sob qualquer condição antecipada de operação. O computador mantém-se constantemente informado sobre tais condições de operação, manipulando assim as entradas do motor de uma forma bem mais precisa que a efetuada pelos sistemas hidromecânicos tradicionais.

De acordo com Bruce Lehtinen, um dos engenheiros envolvidos no projeto, a necessidade de um sistema de controle mais aperfeiçoado tornava-se cada vez maior, à medida que os aperfeiçoamentos introduzidos nos jatos, ao longo dos anos, exigiam um desempenho mais perfeito dos motores.

"Para alcançarmos maiores níveis de resposta e eficiência, uma infinidade de variáveis precisa ser controlada, além daquelas tradicionais, como a de fluxo de combustível", afirma ele. "Os controles multivariáveis serão uma exigência das aeronaves de decolagem e aterrissagem vertical (VTOL) do futuro. Nesse caso, por exemplo, é preciso controlar simultaneamente um total de 10 a 15 variáveis do motor."

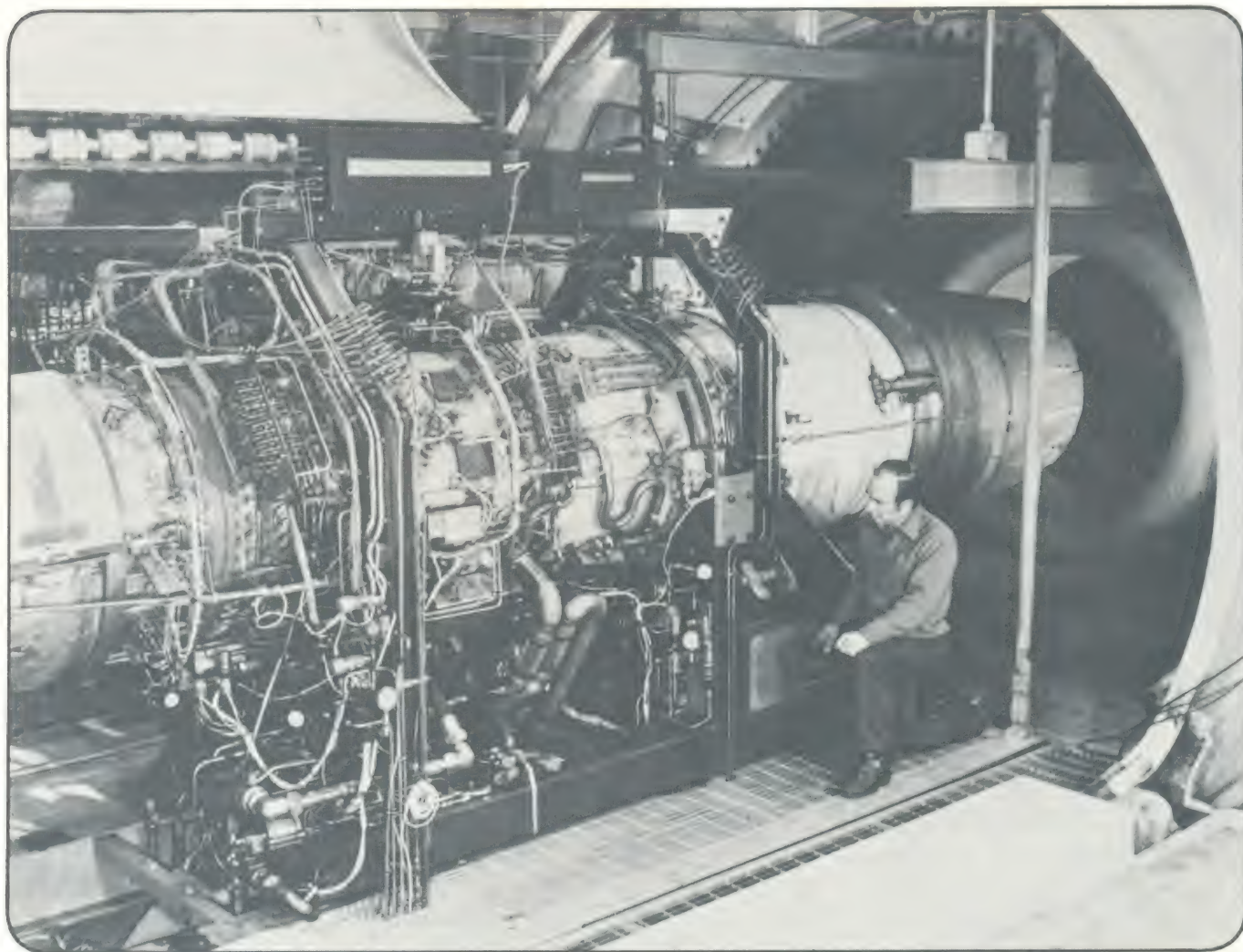
Apelidado de "carburetor inteligente", o novo sistema poderá monitorar e controlar o fluxo de combustível, a área do tubo de escapamento, e componentes do compressor. Durante a operação, o sistema protegerá o motor contra pressões e temperaturas excessivas e também contra excessos de velocidade do rotor.

O desenvolvimento desse sistema de controle teve início há mais de 3 anos, através de técnicas de projeto baseadas em computador. E seus projetistas acreditam que suas possibilidades serão ilimitadas para os jatos dos próximos anos. Os controles multivariáveis apresentam ainda a vantagem de acrescentar confiabilidade e segurança aos sistemas de controle de motores.

O computador digital do sistema possui uma memória que pode ser programada para armazenar um "modelo" do controle do motor, capaz de sintetizar, ou "recriar", fatores críticos da operação do motor, em caso de falha de algum monitor/sensor.

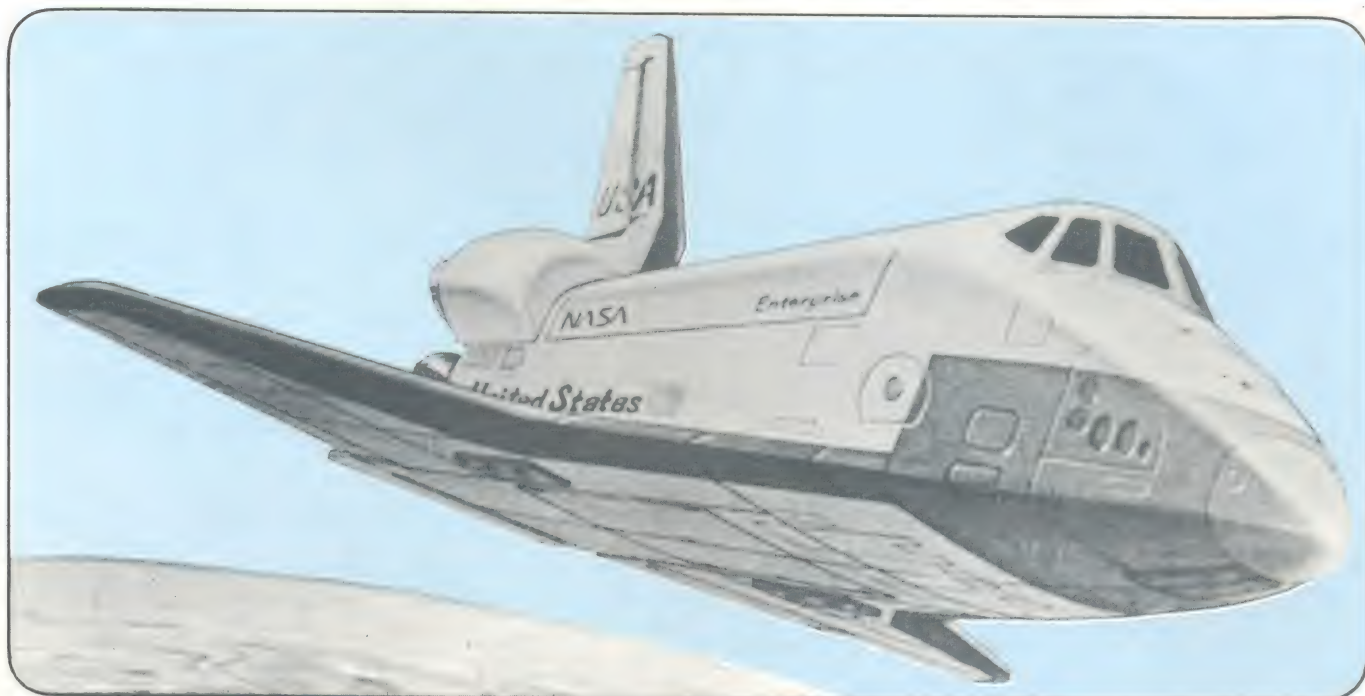
Ademais, as versões industriais do sistema serão altamente versáteis, podendo ser rapidamente adaptadas às necessidades dos mais variados motores e condições de voo, pela simples introdução de um novo integrado de memória no computador, que irá reprogramar todo o sistema. Essa característica promete ser uma grande vantagem sobre o processo demorado e caro de se projetar, fabricar e substituir peças mecânicas nos sistemas de controle tradicionais.

Na foto, o sistema multivariável controla um motor de F-100, localizado nas instalações de teste do centro Lewis de pesquisa.





## Comissão de estudos examina as possíveis missões espaciais para os próximos 25 anos



Uma oficina orbital, um robô autodirigível para exploração do espaço exterior, um satélite completamente automático para pesquisa de recursos naturais e ambientais na Terra, e até mesmo uma base lunar, ampliável pela exploração dos recursos locais, foram possibilidades examinadas numa comissão de estudos de tecnologia espacial, focalizando os próximos 25 anos.

Robótica, inteligência artificial, automação e sistemas operados remotamente são pontos vitais para o futuro dessas missões. Os enormes benefícios proporcionados, a custos razoáveis, por tais possibilidades deu origem a uma comissão mista de estudos, formada pela NASA e pela Sociedade Americana de Educação para a Engenharia, e realizada na Universidade de Santa Clara, na Califórnia.

Entre os participantes do programa estiveram 18 professores de matemática e ciências na engenharia, 15 engenheiros e cientistas da NASA e mais alguns de indústrias interessadas. A comissão foi estruturada para selecionar e definir uma série de missões espaciais altamente complexas, identificando assim as necessidades tecnológicas críticas, visando pesquisas e desenvolvimento futuros.

As análises de possibilidades concentraram-se principalmente em quatro áreas:

○ Um sistema de informações por satélite, "inteligente" e altamente versátil, para vários tipos de observação terrestre. Os sistemas existentes sofrem do mal de registrar tudo o que "vêm", produzindo grandes e desnecessárias quantidades de dados. O sistema proposto, ao contrário, faria substanciais seleções e interpretações de dados, assim que fossem captados pelos seus sensores, fornecendo informações adequadas às necessidades específicas do requisitante.

Uma das abordagens sugere que o satélite possua seu próprio modelo da área requisitada, armazenado numa memória de 10 trilhões de bits, e que iria fornecer a referência do que deveria ser observado. Dessa forma, o satélite iria transmitir apenas exceções ao modelo armazenado, tais como al-

terações nas condições de safra em agricultura, descartando outros fenômenos, como *icebergs*, lagos, etc. Isto significaria uma drástica redução na quantidade de dados transmitidos e analisados. O modelo de referência, por sua vez, poderia ser atualizado constantemente, a fim de refletir fielmente as condições dinâmicas mais recentes.

○ Como segunda possibilidade, pensou-se em um sistema para exploração do espaço exterior, capaz de empreender reconhecimentos, exploração e estudo intensivo de corpos planetários. O grupo planeja, especificamente, o envio de uma missão ao satélite Titã, de Saturno, tão grande quanto um planeta (Titã possui atmosfera e é maior que o planeta Mercúrio). O robô ou sistema proposto iria combinar as funções de várias missões anteriores, ao mesmo tempo: nave orbital, sonda atmosférica e veículo de exploração de superfície.

Como o veículo iria ficar submetido a ambientes relativamente desconhecidos, deveria então modificar seu "conhecimento" e técnicas de exploração baseado naquilo que for observado. Para selecionar regiões adequadas a investigações mais intensivas, serão necessários grandes aperfeiçoamentos em sensores remotos e inteligência avançada para computadores.

Tais sistemas autônomos poderiam ser empregados na exploração de corpos distantes do Sistema Solar, assim como os planetas mais externos e seus satélites, cometas e asteróides. Seria também ideal para a eventual exploração de sistemas planetários de outras estrelas, onde o voo e as comunicações, por tomarem vários anos, impedem a participação humana.

○ Uma terceira área seria a de uma instalação para o aproveitamento de materiais não-terrestres, provenientes de asteróides, e das várias luas, tanto da Terra como dos demais planetas. Essa instalação viria a ser uma verdadeira oficina orbital permanente, utilizando, inicialmente, o ambiente espacial para o processamento de materiais brutos vindos da Ter- ▶



ra. Depois, iria progressivamente abandonando a dependência da Terra para ir aproveitando materiais obtidos no próprio espaço. O grupo já começou a identificar técnicas de processamento e fabricação que possam ser adaptadas ao ambiente de tal oficina.

○ E, por fim, a comissão definiu como último desafio à automação avançada uma verdadeira fábrica montada na Lua,

## *Esforço mundial fornece novos dados sobre as erupções solares*

De um esforço intensivo mundial, planejado para durar mais de dois anos, resultou um acúmulo de dados científicos capaz de dotar os cientistas com o mais completo conhecimento sobre erupções solares, até hoje. Esse estudo envolveu tanto experimentos a bordo da espaçonave orbital *Solar Maximum*, da NASA, como uma rede dos mais sofisticados e poderosos observatórios de terra. O projeto teve a coordenação do Dr. Paul Simon, do Observatoire de Paris, na França, e fez parte do Ano Internacional de Estudos Solares.

O objetivo do estudo era o de obter tantas medições científicas quantas fossem possíveis, do maior número possível de fontes diferentes, durante um período de 6 semanas de 1980, ano em que o Sol voltou ao pico de seu ciclo de 11 anos de atividade. De fato, no mês de junho, quando os observatórios de 18 países e todos os instrumentos a bordo do satélite estavam focalizados — de acordo com previsões efetuadas anteriormente — numa região ativa do Sol conhecida como Região 2522, foram registradas duas grandes erupções.

As erupções foram observadas por todos os sete instrumentos instalados a bordo do satélite, fato que ocorreu pela primeira vez desde que o satélite havia entrado em órbita, em fevereiro. Vários observatórios terrestres obtiveram informações sobre essas mesmas erupções, incluindo o de Culgoora, na Austrália; o Observatório do Pico Sacramento e a Grande Rede de Radiotelescópios, no Novo México; o Observatório de Itapetinga, no Brasil; o Radiointerferômetro do Vale Owens, na Califórnia; e o Observatório de Mauna Loa, no Havaí. Em todos esses locais era dia quando ocorreram os fenômenos.

Essa foi a primeira observação pela qual foi possível analisar os materiais expulsos pela erupção da superfície do Sol para sua atmosfera. Através da utilização de instrumentos do satélite juntamente com o radioheliógrafo de Culgoora, na Austrália, espera-se que os dados obtidos possam proporcionar um melhor entendimento sobre a intensidade do campo magnético e a densidade de elétrons na matéria ejetada pelas erupções.

As duas erupções observadas são as que os cientistas chamam de "homólogas", por serem quase idênticas na estrutura, posição e caráter. As explicações para tais ocorrências variam desde "fato meramente acidental", até "a reconfiguração do campo magnético por si mesmo, após a primeira erupção, tentando obter a condição anterior, fazendo assim com que a segunda instabilidade seja praticamente igual à primeira". Caso as similaridades não sejam acidentais, as erupções homólogas poderão fornecer pistas importantes para se desvendar o mecanismo físico que opera na superfície do Sol, através do qual ele controla sua estrutura magnética numa região ativa. O grau de uniformidade entre erupções provará então ser de grande significância na solução do quebra-cabeças das erupções homólogas; os dados conseguidos pelo satélite e pelos observatórios deverão permitir aos cientistas uma conclusão final sobre esse mistério.

Cada observatório contribuiu com sua parcela impor-

capaz de aproveitar materiais lunares para suas eventuais ampliações. Uma fábrica assim, automatizada, reprogramável, autoduplicável tem sido de grande interesse, em teoria, já por vários anos, por ser vista como uma forma de se utilizar os recursos do espaço. A comissão desenvolveu projetos e tipos de organização lógica adequados a tal fábrica, além dos requisitos necessários para uma demonstração de sua operação, num teste efetuado na Terra.

tante de dados:

- **Grande rede de radiotelescópios** — Consiste de um complexo radiotelescópico, com o objetivo de confirmar a localização precisa de fontes de rádio do universo. Por vários dias, durante o período de estudo, o telescópio dedicou-se a observar as emissões de rádio provenientes das erupções, assim como sua localização na superfície do Sol. Como resultado, suas informações proporcionaram a posição precisa dos elétrons que, acelerados pelas erupções, emitiam ondas eletromagnéticas.

Juntando tais dados com aqueles obtidos pelos espectrômetros de imagem e surto para raios X de grande penetração e pelo experimento de raios gama, todos do satélite pode-se obter as observações mais detalhadas que se tem notícia sobre a liberação de energia por uma erupção solar.

- **Observatório do Pico Sacramento** — Neste local coletou-se informações sobre o transporte do calor intenso da erupção para partes mais frias da atmosfera solar, abaixo do local do fenômeno. Tais medições poderão fornecer meios de se compreender como a energia se propaga a partir de uma erupção.

- **Radioheliógrafo de Culgoora** — Instalado na Austrália, este instrumento pode fornecer informações preciosas sobre a interação de elétrons energéticos com o campo magnético aprisionado na matéria expulsa da superfície solar, assim como medições da velocidade com que tal matéria é ejetada. Fornece ainda dados sobre as frentes de choque criadas pelo impacto da erupção.

- As observações efetuadas pelo telescópio ótico de Mauna Loa, no Havaí, foram combinadas aos dados obtidos com o coronógrafo/polarímetro existente na espaçonave, obtendo assim imagens detalhadas da aceleração da massa em uma erupção, ou seja, da propagação da matéria expulsa para o espaço interplanetário.

A radiação emitida pelos gases extremamente quentes (22 milhões de graus Celsius) das erupções foi observada detalhadamente pelo policromatômetro para raios X de pouca penetração instalado na espaçonave, outro instrumento a auxiliar os cientistas na obtenção de uma imagem completa da atividade solar das erupções.

A documentação de erupções já havia ocorrido anteriormente, e com um total de seis dos instrumentos instalados no satélite *Solar Maximum*; na maior parte desses casos, porém, as erupções ocorreram de frente para o satélite, e não de perfil, como seria desejável, pois apenas dessa forma consegue-se o pleno uso do coronógrafo/polarímetro, capaz de registrar atividades que tem lugar na coroa solar.

Outros instrumentos do satélite que também estavam realizando medições durante as erupções eram o espectrômetro/polarímetro de ultravioleta, que estuda as emissões de ultravioleta, e o espectrômetro por imagem para raios X de grande penetração, que captura a radiação de intensa energia produzida pelas partículas atômicas aceleradas, nas erupções, a velocidades próximas à da luz.



# ESTÓRIAS DO TEMPO DA GALENA

## MEDIDAS DA CONDUTIVIDADE DA TERRA

Apollon Fanzeres

Em 1958, a revista soviética de eletrônica e rádio chamada "Radio", em seu nº 7, publicou um extenso artigo proclamando os técnicos, radioamadores e outros a ajudarem o governo num trabalho de envergadura nacional. Tratava-se de medir a condutividade do solo, em todas as repúblicas que compunham a União Soviética. Era, como dizia o artigo, ajudar a fazer o "mapa elétrico" do solo da Rússia.

Foram publicadas as regras e métodos de trabalho, além do esquema básico de um circuito receptor, juntamente com as instruções, que recomendavam, em síntese, que o receptor fosse colocado em uma perfuração efetuada no solo, em campo aberto, a distâncias de 10 a 20 km um do outro, e assim por diante. O trabalho foi realizado, vários amadores ganharem valiosos prêmios e hoje a URSS deve possuir em seus arquivos um valioso documento, indicando a condutividade elétrica de seu solo para as ondas eletromagnéticas.

Não sabemos de outro país que tenha executado trabalho de tal envergadura, em âmbito nacional, salvo o Brasil. É isso mesmo, amigo leitor: nós, os tupiniquins, lá pelos idos de 1943 realizamos no Brasil um serviço semelhante, a fim de medir a propagação das ondas diretas (utilizando frequências entre 200 e 400 kHz) em todo o território nacional.

O resultado desse trabalho deve ter sido perdido entre as muitas toneladas de papel que constituíam o acervo tecnológico da Panair, quando fechou, em 1964/65. Lembramos perfeitamente, porém, que uma cópia do trabalho foi entregue, na ocasião, ao então Cel. Aviador Hélio Costa, que coordenava as atividades e assuntos entre empresas de aviação, no campo do rádio. Fomos nós que, pessoalmente, levamos as cópias das observações e os diagramas polares, mostrando, para cada região, como um transmissor padrão de 1 kW se comportava nas frequências situadas entre 200 e 400 kHz, transmissor que era o melhor para esse tipo de exame, nas circunstâncias existentes na ocasião.

De memória (porque também nossos arquivos foram quase totalmente devastados, destruídos e desaparecidos por aquela época), podemos dizer que as regiões de melhor condutividade terrestre eram a Bahia e o Paraná; uma das piores era o estado do Pará, mas, repetimos, estas são citações de memória. Lembramo-nos que existiam bolsões de maior condutividade em territórios de baixa condutividade, e vice-versa. O trabalho envolveu dezenas e dezenas de observações, tendo contribuído muito, para isso, o trabalho voluntário dos rádio-operadores de vôo da Panair do Brasil; diariamente, durante suas escalas de serviço, observavam a leitura do medidor colocado em receptores especiais, todos ajudados por padrões, e registravam os dados em tabelas, que depois eram coordenadas por nós, na ocasião destacados para a Escola de Instrução e Uso de Equipamento de Rádio para Navegação.

Não havia computadores, e a única ajuda mecânica era uma máquina de calcular Minerva, eletromecânica. Os diagramas polares foram assim construídos e, provavelmente, a Pan American, que era sócia da Panair, deve ter recebido cópias; se eles foram mais cuidadosos que nós, em algum lugar dos EUA deve estar arquivado, *para uso futuro*, o completo levantamento da condutividade rádio-elétrica do solo brasileiro.

Para os amigos leitores que possam estar imaginando que o autor destas linhas saiba ler russo e tenha lido o artigo citado no original, nos apressamos em dizer que estas e muitas e muitas outras informações, sobre a URSS e outros países, podem ser encontradas, em inglês, no *National Bureau of Standards Reports*, que publicava, traduzido para o inglês, tudo (tudo mesmo) que era publicado na imprensa estrangeira. Essas traduções, inclusive, podiam (e podem) ser adquiridas no *US Dept. of Commerce, Boulder Laboratories, Boulder, Colorado, USA*.

E, voltando à condutividade do solo, será que alguém teria uma cópia desse trabalho efetuado na Panair? Quem sabe o sr. Generoso Leite de Castro, que dirigia a Escola de Rádio Navegação da Panair, na ocasião, e que segundo estamos informados, vive atualmente em Porto Alegre, tendo estado ligado à Varig? Ou o sr. Americo D'Aguiar, que era Chefe de Comunicações da Panair? Ou o sr. Oran Allman, espécie de ligação Pan American-Panair? Ou mesmo, quem sabe, o então Cel. Aviador Hélio Costa teria guardado uma cópia do trabalho entre seus papéis. Seria uma boa oportunidade de se rever o assunto, hoje com receptores transistorizados, e repetir o trabalho, fazendo um apelo a radioamadores, estudantes de eletrônica, técnicos, etc. Devem existir, espalhadas por todo este Brasil, mais de 200 mil pessoas atuando nesse campo, de modo ativo. Um trabalho de incentivo, com prêmios, poderia dar um ótimo resultado.

Se isso fosse possível, repetiríamos o que foi feito no início da década de 40, mas que não teve a divulgação da façanha feita pela URSS, em 1958. É... a pata põe ovos maiores que os da galinha, mas não cacareja e, por isso, não dá Ibope...

\* Citamos esse parágrafo para que não paire nenhuma dúvida naqueles que querem descobrir, através de nosso nome pouco comum (mas brasileiro de centenas de anos, por um lado, e português pelo outro, já que existe até uma cidade com nosso sobrenome perto do Porto), alguma descendência estrangeira, de origem gaulesa ou que o valha. Não que houvesse desdouro em ser, mas não somos, e, como já tivemos ocasião de dizer em outra situação (pior), podem tirar tudo, menos a nacionalidade de quem é brasileiro e filho, neto, bisneto, etc., etc., de brasileiros...



# DEMULTIPLEX PARA SISTEMAS DE RADIOCONTROLE

Equipe Técnica Nova Eletrônica

Já entramos neste mês no terceiro artigo prático dirigido no sentido de possibilitar a construção de um sistema de radiocontrole completo.

O primeiro artigo da série foi o Decodificador Digital para Servomecanismo de Radiocontrole, publicado em dezembro de 1980, capaz de demodular os pulsos produzidos por um codificador. O segundo artigo da série foi o Codificador Digital para radiocontroles, publicado em janeiro de 1981.

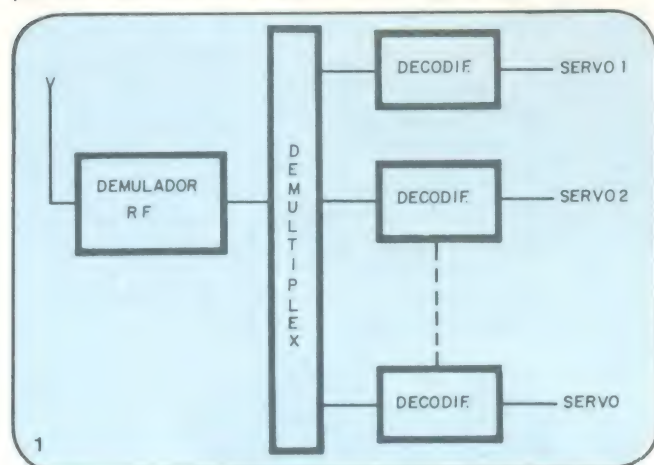
O terceiro artigo discute o Demultiplex para os sistemas de radiocontrole. É o circuito que separa todos os canais do sistema para atuarem nos servomecanismos, sem misturar as informações de um canal em outro.

Depois deste artigo só fica faltando a parte de radiofrequência para que o sistema se complete. Aguarde novidades nesse sentido.

Um radiocontrole é um sistema capaz de controlar servomecanismos a distância por sinais de rádio. Uma portadora, geralmente na faixa dos 27 MHz, é responsável pela propagação pelo ar dos sinais de controle. Como já vimos, os sinais de controle são pulsos que, de acordo com sua duração, controlam os servomecanismos colocados juntos ao sistema de recepção.

Os pulsos mandados pelo transmissor são comparados com pulsos de largura padronizadas gerados pelo decodificador (vide o artigo "Decodificador para servomecanismos de radiocontrole" de dezembro de 1980). Se os pulsos forem maiores que os pulsos padronizados, o servomecanismo é forçado a se movimentar para um lado e se os pulsos forem menores, os servomecanismos são forçados a se movimentarem para o outro lado.

Acontece, porém, que um decodificador só pode controlar um servomecanismo; ou seja, um decodificador só pode ser usado para um canal. Observe a figura 1.



Ligação do demultiplex a um receptor de radiocontrole.

O sinal de saída do demodulador de radiofrequência é uma série de pulsos. Para um sistema de 7 canais, o sinal de saída é uma série de 7 pulsos seguidos de um pulso mais longo, chamado de pulso de sincronismo.

Daí vem a necessidade do demultiplex. Ele é um circuito que separa os pulsos referentes ao canal um, de todos os outros pulsos, e os apresenta numa saída, prontos para serem injetados num decodificador. O demultiplex faz o mesmo para os outros seis canais do sistema.

## O circuito

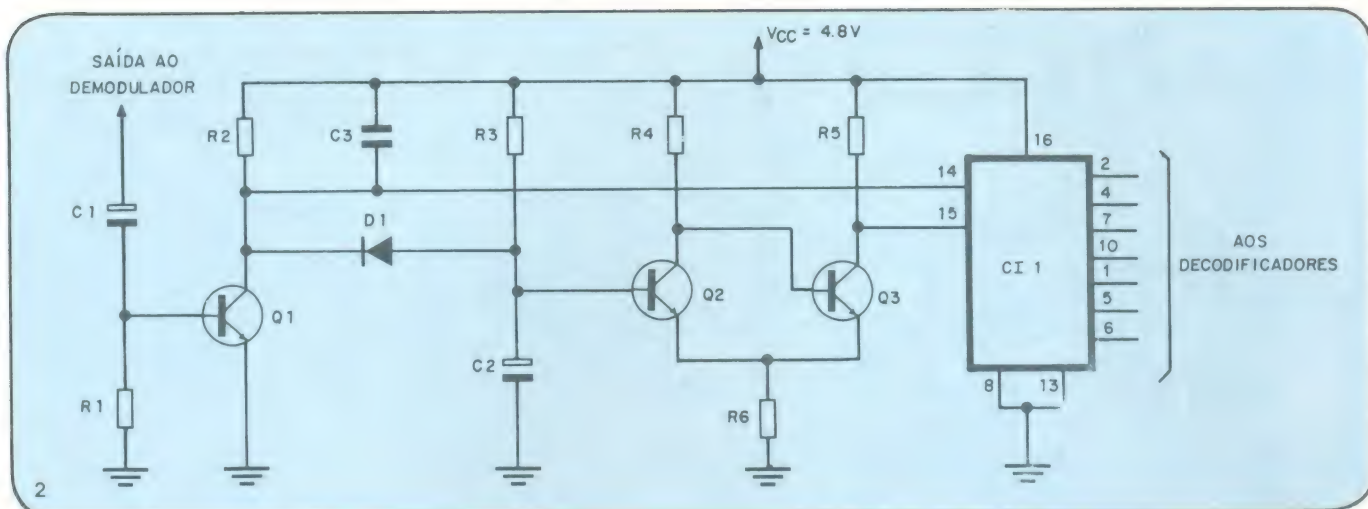
Para separar os sinais de um sistema de radiocontrole utilizamos o integrado CMOS 4017. Este integrado é um contador Johnson com 10 saídas decodificadas. Ele faz exatamente o que queremos, isto é, o primeiro pulso aparece na saída 2 (observe a figura 2). O segundo pulso na saída 4 e os outros respectivamente nas saídas 10, 1, 5 e 6.

Os transistores Q2 e Q3 detetam o pulso de sincronismo. Em paralelo com o capacitor C2 estão ligados o diodo D1 e os terminais coletor e emissor do transistor Q1. Quando o coletor do transistor estiver em nível alto, o capacitor se carrega, pois o diodo D1 está cortado. Quando o coletor estiver num nível baixo, toda a corrente que flui por R3 é desviada para a terra e o capacitor se descarrega. Durante a sequência normal de pulsos, o capacitor não consegue se carregar a um nível tal que faça comutar do corte para a saturação o transistor Q3. Ele só consegue atingir o nível de disparo durante o pulso de sincronismo, que é sempre o mais longo de todos.

O coletor de Q3 é ligado à base de Q4 numa configuração Shmitt Trigger. A saída do disparador é conectada ao terminal de Reset do 4017. Ou seja, quando o pulso de sincronismo aparecer na entrada Reset, ele faz com que todas as saídas assumam o nível lógico 0.

A figura 3 mostra as formas de onda em diversos pontos do demultiplex. Observe o sinal na base de Q3. Durante a emissão dos pulsos o capacitor não consegue se carregar.





Circuito completo do demultiplex.

gar até o nível alto de tensão, mas com o pulso de sincronismo consegue.

#### A montagem

O circuito do demultiplex deve ser montado numa chapa cobreada de fenolite ou fibra de vidro. O "lay out" da chapa se encontra na figura 4.

A figura mostra o circuito do lado dos componentes. Se você quiser obter o lado cobreado, basta copiar os traços num papel vegetal e tomar o verso.

Por economia de espaço, os resistores foram todos colocados em pé.

Todos os transistores são do tipo 2N2222, bem fáceis

de serem encontrados no mercado, o mesmo acontecendo com o integrado 4017. Trata-se, portanto, de um circuito que usa componentes que se adequam à realidade do mercado brasileiro.

#### O que falta para completar o sistema?

Como já dissemos, para que o sistema se complete só fica faltando a parte de RF, tanto na modulação quanto na demodulação.

A figura 5 dá o diagrama completo de um radiocontrole em módulos. A saída do codificador modula uma RF para viabilizar a transmissão por ondas eletromagnéticas na

## Especificações Técnicas

### INJETOR DE SINAIS IS-2

Alimentação .....	1.5 VCC
Frequência .....	800 Hz
Forma de onda .....	quadrada
Amplitude .....	1.500 mV
Impedância .....	5.000 Ohms

### GERADOR DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA GRF-1

Alimentação .....	1.5 VCC
Frequência portadora .....	465 kHz e 550 kHz 1.100 kHz e 1.650 kHz (harmônicas)
Frequência de modulação .....	800 Hz
Amplitude de saída .....	650 mV
Nível de modulação (%) .....	20%
Impedância de saída .....	150 Ohms

### PESQUISADOR DE SINAIS PS-2

Alimentação .....	1.5 VCC
Sensibilidade .....	15 mV
Impedância de entrada .....	100 kOhm
Potência de saída .....	20 mW

#### CARACTERÍSTICAS COMUNS A TODOS OS APARELHOS

- Corpo de plástico de alto impacto.
- Ponta de aço fina e afiada que permite colocá-la em lugares de difícil acesso, não desliza nem curto-circuita contactos próximos e até permite injetar ou tomar sinais de um fio encapado.
- Todos funcionam com uma pilha comum pequena.
- As pontas de entrada estão protegidas para até 250 VCA/CC
- Total garantia.
- Instruções para seu uso com cada aparelho.



**D.M. Eletrônica Ltda.**

RUA CAMPEVAS, 86 — CASA - 1 — CEP 05016  
FONE: 864-7561 — SÃO PAULO



# BARTÔ

REPRESENTAÇÕES E COMÉRCIO LTDA.

## KITS NOVA ELETRÔNICA, DIODOS, CI E INSTRUMENTOS TRANSISTORES EM GERAL

RUA DA CONCÓRDIA, 312/314  
FONES: 224-3699 — 224-3580  
RECIFE — PE. TELEX 0112201

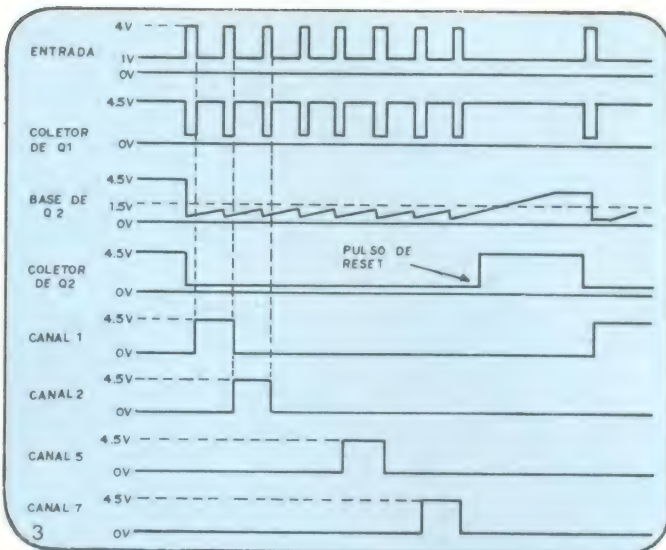
faixa do cidadão. No receptor o sinal de RF deve ser demodulado para reproduzir pulsos idênticos aos gerados pelo codificador.

Se você já tiver uma certa prática em mexer com circuitos de RF, não será muito difícil construir o transmissor e o receptor para este rádiocontrole. Mas se você não tem, não fique triste, nosso laboratório vai dar uma mão para você.

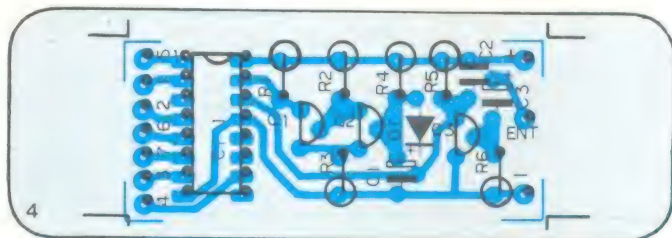
### Relação de componentes

#### Resistores

R1 — 47 k $\Omega$  1/4 W  
R2 — 4,7 k $\Omega$  1/4 W  
R3 — 68 k $\Omega$  1/8 W  
R4 — 10 k $\Omega$  1/4 W  
R5 — 10 k $\Omega$  1/4 W  
R6 — 1,2 k $\Omega$  1/4 W



Formas de onda nos pontos principais do circuito.



Chapa do circuito impresso vista pelo lado dos componentes.

#### Capacitores

C1 — 2,2  $\mu$ F eletrolítico  
C2 — 0,47  $\mu$ F eletrolítico  
C3 — 47 nF cerâmico

#### Transistores

Q1, Q2 e Q3 — 2N2222

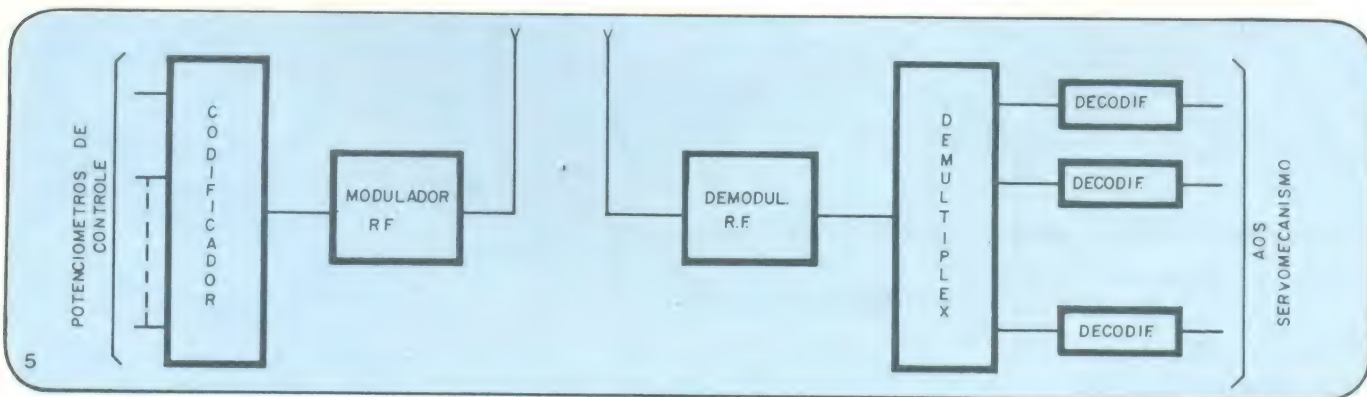
#### Circuito Integrado

CI1 — 4017 CMOS

Fonte de Tensão ou bateria de NiCd — 4,8 V

#### Pontos de teste —

Coletor de Q1 — 4,8 V  
Coletor de Q2 — 1,3 V  
Coletor de Q3 — 4,8 V  
Pino 2 do CI1 — 4,5 V



O diagrama de blocos completo de um sistema de rádiocontrole.



# INDICADOR DE ULTRAPASSAGEM DE NÍVEL DE TENSÃO NOMINAL DA REDE

Um belo dia você chega em casa, acende a lâmpada da sala e mal ela brilha, você ouve aquele ruído inconfundível de lâmpada queimando. Poderá você exclamar:

— Mas que droga de lâmpada!

No outro dia, lâmpada nova; comprada ontem no supermercado. Você chega em casa, aciona o interruptor e "cleck", acontece a mesma coisa.

E quando você resolve medir a tensão da rede, eis o espanto. Em alguns lugares essa tensão poderá atingir até 130V ou 140V, ao invés dos 110V nominais.

Não discutiremos aqui o porquê dessas falhas, mas como detectá-las. Um circuito de 4 componentes passivos e de alta confiabilidade faz acender uma lâmpada neon assim que a tensão ultrapassar os 110V da rede. Veremos que este circuito tem ainda outras aplicações interessantes.

A maioria dos leitores há de concordar que o mais notável em relação ao desenvolvimento da eletrônica é a engenhosidade com que os novos problemas que surgem são enfrentados por todos que trabalham com ela. Um exercício mental fascinante.

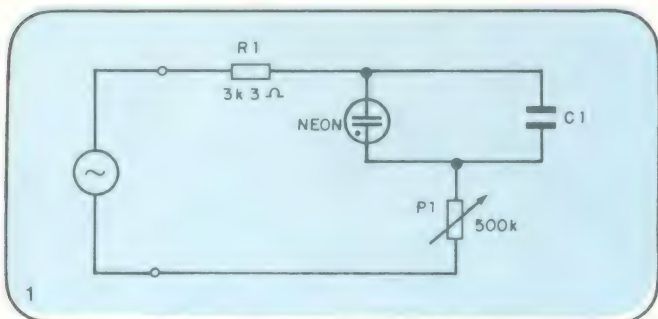
A engenhosidade pode trabalhar em dois níveis: o primeiro na obtenção de circuitos ou sistemas de uma sofisticação e complexidade tão grandes que às vezes nos espantamos diante de verdadeiras obras de arte; o segundo faz parte do campo das sutilezas, das idéias simples, às vezes até primárias; mas que são capazes de resolver problemas aparentemente complicados.

É como se estivéssemos numa partida de xadrez rigorosamente equilibrada, mas que um movimento inesperado de um peão define a vitória de um dos enxadristas. A eletrônica tem muito destes lances de mestre.

O circuito que discutiremos faz parte deste segundo grupo, dos circuitos genialmente simples. Quatro componentes e muitas aplicações.

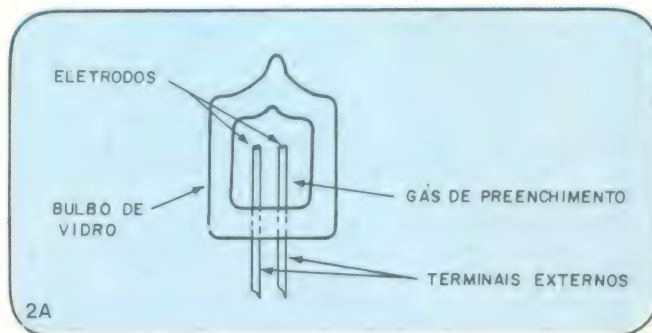
## O indicador de ultrapassagem da tensão nominal da rede

Observe o esquema da figura 1. Poderia haver uma idéia mais simples que esta?



O circuito se baseia na propriedade da lâmpada neon de disparar só depois da tensão em seus terminais ultrapassar um certo nível.

Vamos estudar um pouco melhor as lâmpadas neon. Para tanto, observe a figura 2.



Como mostra a figura 2A, trata-se do tipo mais simples de lâmpada de descarga gasosa. É constituída de um bulbo preenchido com neon e dois eletrodos nele inseridos. Como a constituição física da lâmpada é simétrica, ambos os eletrodos são iguais e o componente se torna bidirecional. Em 2B você pode observar a curva característica da lâmpada.

Tomando os semi-eixos positivos para I e V, notamos que a ►



## PROVADOR DE FLYBACK E YOKE PF-1 INCTEST

Acaba com a indecisão quanto à substituição de um transformador de saída horizontal (flyback) ou bobinas defletoras (yoke). Alimentação: 4 pilhas pequenas. Peso: 300 g. Dimensões: 10 x 12 x 7 cm.

VENDAS

## MENTA REPRESENTAÇÕES LTDA.

AV. PEDROSO DE MORAES, 580, 11º, S/111 FONE: 210-7382 CEP 05420-SÃO PAULO-SP

ESTACIONAMENTO GRATUITO:  
AV. PEDROSO DE MORAES, 443

PAGTOS.:

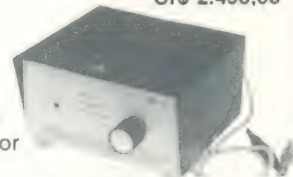
CHEQUE VISADO PAGÁVEL EM SÃO PAULO OU VALE POS. TAL. INDIQUE NOME E ENDEREÇO DA TRANSPORTADORA QUANDO A PRAÇA NÃO FOR SERVIDA PELA VARIG. ATEN-DEMOS APENAS PELO REEMBOLSO VARIG — PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 30/03/81. APÓS ESSA DATA, CONSULTE-NOS SEM COMPROMISSO. Vendas também no atacado

## PROVADOR DE DIODOS E TRANSISTORES PDT-2 INCTEST

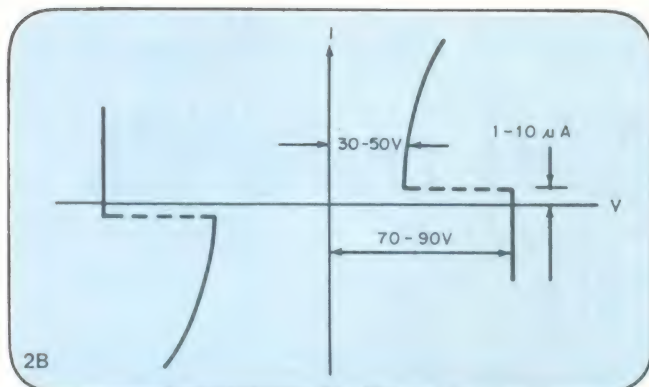
Pode também ser usado como injetor de sinais. Alimentação: 2 x 1,5 V. Peso: 700 g.

Dimensões: 15 x 10 x 8 cm.

Cr\$ 2.490,00







tensão pode subir continuamente até o ponto A que a corrente no interior da válvula terá um valor muito pequeno insuficiente para provocar descargas no interior do gás. Atingido o ponto A, as coisas mudam de figura. A tensão se estabiliza entre 30 e 50V enquanto que a corrente sobe abruptamente. Nessa região a lâmpada neon acende.

Quando a lâmpada neon é usada numa linha de 110V, é obrigatório o uso de algum elemento de limitação, normalmente um resistor ou potenciômetro, como é o caso do nosso indicador.

O circuito da figura 1 opera segundo esse princípio. O resistor é de limitação e o capacitor "abaula" os picos de tal forma a garantir o disparo da lâmpada quando a tensão ultrapassar os 110V.

#### Calibração do circuito

A presença do potenciômetro garante a possibilidade de disparo para várias tensões dentro de uma faixa que pode ir dos 90V aos 150V (valores aproximados).

Para a calibração do circuito deve-se dispor de um multime-

tro confiável e quanto mais preciso melhor.

Siga as seguintes etapas:

- 1 — Ligue o circuito à rede.
- 2 — Zere o potenciômetro de tal forma a fazer com que a lâmpada acenda.
- 3 — Meça a tensão da rede. Se ela não estiver em 110V, use um transformador (pode ser desses de televisão) para garantir o ponto de ultrapassagem num nível exato: 110V.
- 4 — Vá aumentando a resistência do potenciômetro bem lentamente. Haverá um ponto em que a neon se apaga. Neste instante você terá calibrado o circuito.
- 5 — Só para teste, aumente um pouco a tensão de entrada (do transformador ou Variac) e observe o disparo da lâmpada.

#### Uma outra aplicação para este indicador

Você poderá usar o circuito como indicador de 110V ou 220V. Para isso calibre o circuito para uma tensão intermediária. Por volta dos 150V, por exemplo.

Neste caso, se você ligá-lo à tomada e a neon acender, a tomada é de 220V; caso contrário é de 110V.

Na verdade, o indicador é um circuito bem eclético e pode ser usado para indicar ultrapassagem de tensão de diversos níveis, inclusive para tensões contínuas.

#### Relação de componentes

Resistor

R1 — 3,3 kOhm/1W

Capacitor

0,22 uF

Potenciômetro

P1 — 500 kOhm/Log

Lâmpada Neon à escolha

## NÃO SE PRECIPITE!

*Você vai encontrar  
na CASA STRAUCH*

**TTL  
CIRCUITOS IMPRESSOS  
DIODOS LINEARES  
TRANSISTORES  
KITS NOVA ELETRÔNICA**



## CASA STRAUCH

**AV. JERÔNIMO MONTEIRO, 580  
TEL.: 223-4675  
VITÓRIA  
ESPÍRITO SANTO**



**NOVA ELETRÔNICA**  
**sempre a procura do melhor  
para você.**





# Sonorização — o sistema

## SENHORAS ISTO

# CINE

Sentados nas duas poltronas centrais da terceira fileira, envolvidos pelo gigantesco espaço curvo que surge por detrás das cortinas a se arregaçarem para os lados e para cima, eu e você, juntos novamente, somos engolidos na gûela de luz e som e descemos pela montanha russa, batendo, rugindo, vibrando, entregando nossos sentidos ao controle da supermáquina de prazer! As questões do raciocínio são deixadas para trás. O grande objetivo dos pacientes pesquisadores foi atingido. Uma nova e mais perfeita forma de expressão da Arte cinematográfica consegue romper com suas armas tecnológicas as barreiras críticas do raciocínio e abrir caminho direto às regiões vibráteis de nossas emoções, imersas na Força Cósmica, liberando-a, tornando-nos Um com a mente criadora do Artista!...

No intervalo, momentaneamente retornamos ao mundo objetivo, gosto de bolinha de chocolate com licor na boca, olhos ardentes, corpo trêmulo, e nos questionamos sobre o futuro. Que esmagadoras e arrebatadoras serão as máquinas de som e luz, talvez auxiliadas por poltronas vibrantes, sensações olfativas, calor e frio, LASER, choque, tudo enfim para arrebatar nosso corpo físico do contato com o mundo e entregá-lo ao poder da imaginação do Artista, através de um controle total de nossos sentidos físicos! Usemos, enquanto não se abrem as cortinas, nós, abençoados com a Visão Interior, muito mais poderosa e real, nosso humano quinhão de controle da Força Cósmica e projetemo-nos para o futuro, saídos desta sala de espetáculos da avenida São João, de São Paulo, da década de 60, passando pelos trepidantes terremotos do "Senssuround" da década de 70, e voltando, mais rápidos que o Superman, para uma outra sala de espetáculos, no Rio de Janeiro, a tempo de pegar os lugares nas fileiras da frente, bem no começo do filme, em plena Guerra nas Estrelas, quando, nas geladas cavernas de um longínquo planeta dos tempos remotos, um sabre de luz, usado apenas pelos

descendentes dos Yedis, vibra, chamado pela Força; salta da neve para as mãos do homem prisioneiro da besta e decepá a pata agressora com violento rumor! O cine "Rian" quase vem abaixo com a "torcida", pois hoje não deixaram de ligar corretamente o processador do Sistema Dolby\*...

*\* Dolby é marca registrada de "Dolby Laboratories, Inc." Os dados aqui encontrados foram gentilmente cedidos ao autor pelo sr. Peter Seaggar — International Sales Manager da Dolby inglesa.*

O espetacular efeito dinâmico obtido com o "Dolby" não cansa os ouvidos com a contínua zoeira dos antigos e limitados sistemas de reprodução sonora, conservando-o descansados, sensíveis, prontos para o impacto auditivo das cenas mais violentas, enquanto repousam durante as passagens tranqüilas, imersos num som macio, suave, limpo e livre de ruídos e distorções, bom para exprimir o Silêncio da onipotente Força em suas mais sutis vibrações, quando o Místico, o pequenino Mestre Yoda, estende o braço e faz emergir do pântano a nave do boquiaberto neófito com a facilidade e confiança de quem É...

### INTERVALO

Temos todo o tempo do intervalo lá no Cinerama para descrever como os pacientes pesquisadores do Áudio conseguiram produzir um tal sistema de som no futuro, dando mais um passo no constante trabalho de melhorar o inter-relacionamento das partes do grande Todo, para torná-las conscientes de que não são apenas partes. Tal é o objetivo deste artigo da série "Sonorização", uma série considerada avançada e complementar do meu curso de Áudio, editado nos primeiros números, até o décimo primeiro, da NOVA ELETRÔNICA, e já com algumas lições reeditadas.



# de Cinemas dolby stereo —

## E SENHORES, É

# RAMA



É importante citar novamente o artigo "Sonorização de Grandes Ambientes", publicado nas NE números 34 e 35, cujas técnicas de cálculo acústico e de instalação de grandes sistemas de som se aplicam totalmente aqui e em parte serão complementadas também com novos dados, por este artigo.

Um cafezinho, pois, e um mergulho na fria e necessária objetividade!

### A fonte da informação

A Escola, com todos os seus defeitos, sempre nos traz algum apoio, quando precisamos. Uma lição foi aprendida para não mais escapar: **a confiança na informação depende muito de sua fonte.** Não foi na cabine de projeção do cine Ryan, não foi junto a seus operadores, nem apelando ao gerente do cinema, que obtive respostas às minhas questões, quando, numa segunda sessão assistida, o Sistema Dolby estava ali, mas não me parecia corretamente ligado; apenas um som convencional me parecia surgir de trás da tela. Uma atmosfera de mistério cercava o equipamento e a melhor informação que obtive do gerente, após uma olhada, foi: "está tudo ligado corretamente, mas volte para a plateia e quem sabe daqui a pouco o som melhora"... Realmente, cinco minutos depois senti que meus ouvidos eram premiados com o que meus bolsos pagaram para ter.

Onde buscar detalhes técnicos sobre o assunto de meu interesse direto, o novo sistema de sonorização de cinemas? Nada melhor — na própria fábrica, a Dolby Laboratories, Inc. A gigantesca organização, poderia ignorar-me, simplesmente. A ela, com 1387 cinemas equipados até agora, só nos EUA, e mais algumas centenas em todo o mundo, eu era muito mais dispensável que ao cinema nacional onde paguei meu ingresso. Recebi 104 páginas impressas, cheias de valiosa informação sobre o sistema de sonorização Dolby, onde até esquemas elétricos detalha-

dos eram encontrados, bem como duas cartas pessoais do próprio "International Sales Manager"! Uma delas, de tão atenciosa e tão completa em seu resumo dos objetivos e processos de sonorização Dolby Stereo para cinemas, passa a servir de base a este próximo subtítulo, quase pura e simplesmente traduzida!

### A carta

"... Em primeiro lugar gostaria de sumarizar o que estamos correntemente fazendo na indústria do filme, e porque.

Nosso objetivo é conseguir um significativo incremento na qualidade de som do filme ouvido pela audiência. De forma a alcançar este objetivo, temos de concentrar nossos esforços em ambos, o cinema que apresenta o filme e o estúdio que produz a pista sonora. Quase todos os filmes codificados em Dolby, são lançados com pistas ópticas estereofônicas Dolby, em filmes de 35 mm. A maior parte destes filmes também tem informação circundante (**surround information**) codificada na pista estereofônica. Para reproduzir os filmes Dolby Stereo, uma unidade "Dolby CP50" tem de ser instalada, junto com células solares estereofônicas em cada projetor. A informação estereofônica é reproduzida via três grupos de alto-falantes por trás da tela e a informação circundante via alto-falantes de ambiência.

A "CP200" é uma unidade mais compreensível, que pode reproduzir a ambos, 35 mm ópticos e 70 mm codificados, estes gravados em seis pistas magnéticas. É muito mais difícil instalar uma CP200 que uma CP50 e deve-se ter cuidado em verificar a possibilidade de obtenção de cópias de filmes 70 mm antes de tomar a decisão de instalar uma unidade CP200.

Obter reprodução Dolby Stereo em um cinema não apenas requer conexão de algum equipamento, mas todo o sistema de som precisa ser revisado e alinhado para pro- ▶



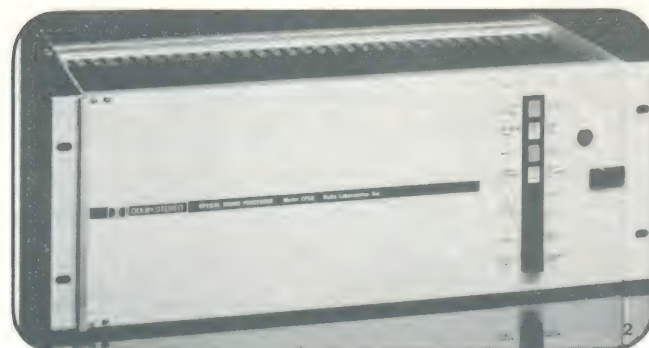
duzir uma qualidade sonora em conformidade com os padrões associados ao "Dolby Stereo". Para isto é necessário usar novos métodos e equipamentos não utilizados previamente no cinema. Por exemplo, um **analisador** de tempo real, 1/3 de oitava, mais um microfone calibrado, são usados no cinema para medir eletroacusticamente a resposta à frequência, isto é, a resposta à frequência ouvida pelos espectadores." (ver figura 1, onde aparece o Analisador de Espectro de tempo real, 1/3 de oitava, construído artesanalmente pelo autor CCDB, para medições eletroacústicas de resposta a frequências em cinemas, estúdios, teatros, residências e aparelhos eletrônicos. Este talvez seja o primeiro destes aparelhos inteiramente projetado e montado no Brasil).



"Foto do Analisador de Espectro, 1/3 de oitava, de tempo-real, com 32 faixas, construído artesanalmente pelo autor CCDB, para medições eletroacústicas de resposta à frequência em cinemas, estúdios de gravação, teatros, residências, e em aparelhos eletrônicos. Este talvez seja o primeiro destes aparelhos inteiramente projetado e montado no Brasil."

"A resposta de cada grupo de alto-falantes é então ajustada com um **equalizador** de 27 faixas, 1/3 de oitava. Esses circuitos de equalizadores estão contidos nas unidades CP 50 e CP 200." (ver figura 2)

"Se os alto-falantes não são capazes de reproduzir as frequências da resposta estendida, será necessário substituí-los. Se um cinema tiver problemas acústicos severos, poderá ser impossível obter uma boa qualidade sonora e, portanto, não terá sentido instalar um equipamento Dolby Stereo. O engenheiro de instalação deverá estar seguro de que todo o sistema de reprodução esteja funcionando satisfatoriamente e dentro dos padrões Dolby. Portanto, os

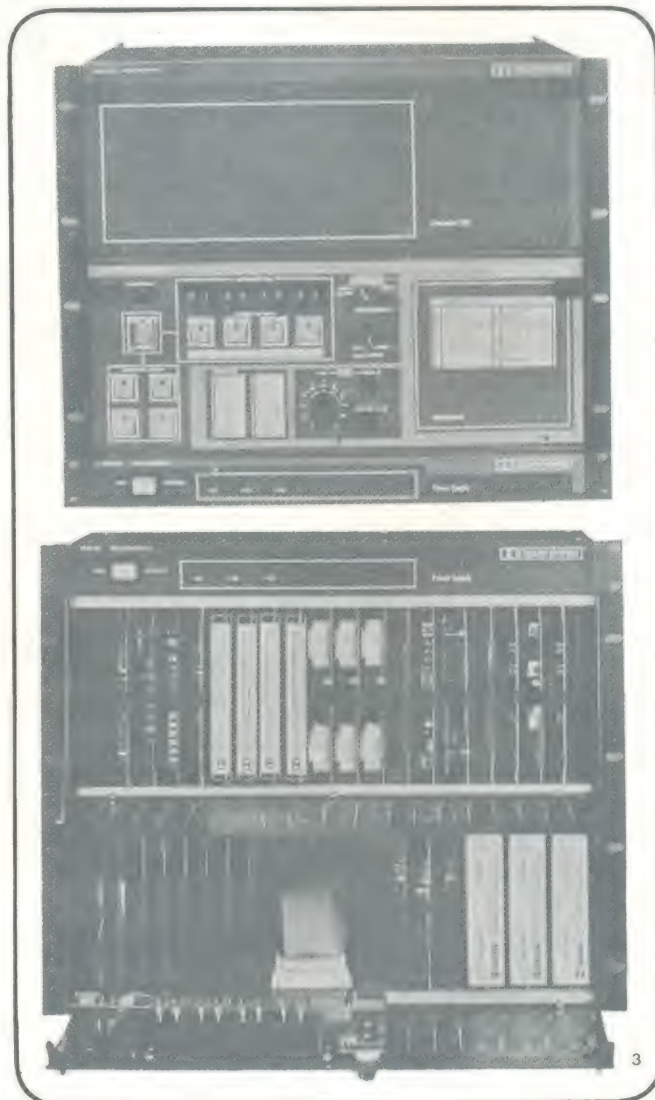


"Unidade Dolby Stereo modelo CP50."

engenheiros de instalação deverão ser treinados pela Dolby Laboratories, Inc., que, para esse propósito, mantém cursos de treinamento de três dias em Londres e nos EUA. Todos os distribuidores de equipamento Dolby Stereo têm de ter engenheiros treinados e o equipamento de teste necessário: analisador de espectro de 1/3 de oitava, de tempo real, osciloscópio de duplo traço, multímetro, microfone calibrado, gerador de ruído rosa, filme de teste e extensores de circuitos para o Dolby." (tudo possível de obter na própria Dolby).

"Durante a produção da pista sonora do filme, tem-se de tomar cuidado em manter baixos o ruído e a distorção em uma larga faixa de frequências. Usualmente, a redução de ruído Dolby é usada desde as primeiras gravações das partes durante as transferências e até nos estúgios de re-gravação. No teatro de dublagem, os alto-falantes são ajustados para uma mesma resposta eletroacústica a frequências para as quais os cinemas são alinhados quando o sistema de reprodução Dolby é instalado. Isto assegura que o som ouvido no cinema seja muito próximo daquele originalmente ouvido pelo engenheiro de gravação (*mixing engineer*) e o diretor, no teatro ou estúdio de dublagem. O mesmo critério é aplicado à re-dublagem de um filme original Dolby em uma diferente linguagem..."

A carta termina eticamente com referência ao representante da Dolby no Rio de Janeiro e oferecimento de mais assistência...



"Unidade Dolby Stereo CP-200."



## O Sistema Dolby nos cinemas

Todos conhecemos, ou pelo menos ouvimos falar do "Sistema Dolby". Muitos, ouvimos falar tanto, aliás, que acabamos incertos se conhecemos mesmo ou não... Para refrescarmos a memória e estarmos mais certos de nosso conhecimento, estudemos primeiro o todo e desçamos depois às partes.

A seguinte bibliografia, contida no artigo de Ray M. Dolby, "Um Sistema de Reprodução de Ruído para Áudio", apresentado em 25 de abril de 1967, à 32.<sup>a</sup> Convenção da Audio Engineering Society de Los Angeles, é encontrável no J. Audio Eng. Society 15, 383.388, Oct. 1967, da base para quem desejar aprofundar-se na questão:

- 1 — H. H. Scott — "Dynamic Noise Suppressor" — Electronics 20,96 (1947)
- 2 — H. F. Olson — "Audio Noise Reduction Circuits" — Electronics 20,118 (1947)
- 3 — N. J. Judak, — "Transistorized Audio AGC Amplifier" — IEEE Trans. on Broadcasting BC-9, No. 1, 26 (1963)
- 4 — A. Kaiser and B. B. Bauer, — "A New Automatic Level Control for Monophonic and Stereophonic Broadcasting" — IRE Trans. on Audio AU No-10, No6,171 (1962)
- 5 — J. G. McKnight — "Signal to Noise Problems and a New Equalization for Magnetic Recording of Music" — J. Audio Eng. Soc., 7.5, (1959)
- 6 — A. C. Norwine — "Devices for Controlling Amplitude Characteristics of Telephonic Signals" — Bell System Tech. J-17, No 4,539 (1938)
- 7 — R. O. Carter — "Theory of Syllabic Compondors", IEE Procs. 111, No 3, 503 (1964)
- 8 — Several Papers on Comander Techniques Appear in the IEE Conference Proceedings, Transmission Aspects of Communication Networks, Institution of Electrical Engineers, London (1964)

- 9 — D. Aldons — "Noise Recording System" International Broadcasting Engineer, No 10510 (1965)
- 10 — L. H. Bedford — "Improving the Dynamic Range of Tape Recording" — Wireless World 66, 104 (1960)
- 11 — H. Fletcher — "The Stereophonic Sound-Film System" — J. Soc. Motion Picture Egrs. 37,331 (1941)
- 12 — J. T. Mullin — "Advanced Tape Mastering System Electronic Features", IEEE Trans on Audio Au 13, No 2,31 (1965)
- 13 — W. A. Munson — "The Growth of Auditory Sensation" — J. Acoust Soc. Am. 19,584 (1947)
- 14 — E. Snescher and J. Zwislacki, "Adaptation of the Ear to Sound Stimuli", J. Acoust Soc. Am. 21,135 (1949)
- 15 — R. L. Wegel and C. Lane, "The Auditory Masking of One Pure Tone by Another and It's Probable Relation to the Dynamics of the Inner Ear" — Plugs Rev. 23,266 (1924)
- 16 — J. P. Egan and H. W. Hake, "On the Masking Pattern of a Simple Auditory Stimulus" — J. Acoust Soc. Am 22,622 (1950)
- 17 — C. E. Bos and E. de Boer, "Masking and Discrimination" — J. Acoust Soc. Am 39,708 (1966)
- 18 — I. M. Young and C. H. Wenner, "Masking of White Noise by Pure Tone, Freq. and Modulated Tone and Narrow Band Noise" J. Acoust. Soc. Am. 41-700 (1967).

Algumas outras fontes de informação poderão ser consultadas no artigo de Ioan Allen, September 1975 Vol. 84, "The Production of Wide Range — Low Distortion Optical Sound-tracks Utilizing the Dolby Noise Reduction System". Entre elas, destaco, da bibliografia desse artigo:

- 1 — Technical Bulletin, Standard Electrical Characteristics for Theater and Sound Systems" — April 20 — 1948 — Motion Picture Research Council 1958.
- 2 — Subgroup ISO/TC 36/WG 3.1, "Draft proposal for

**INSTRUMENTOS  
ELETRÔNICOS  
E COMPONENTES  
SEMICONDUCTORES  
EM GERAL**

**ELETRÔNICA  
ARACAJU LTDA**

ARACAJU — SE

Rua São Cristóvão, 346  
Fone: 222-4126  
Rua Laranjeiras, 304/308  
Fone: 222-0887



standardizing acoustic response of a monitoring chain in motion-picture control rooms" Jour. SMPTE, 78:1016 — 1053, Dec. 1969.

- 3 — Barton Kreuzer, "Noise Reduction With Variable Area Recording" Jour. SMPE 43:313, Nov. 1944.
- 4 — H. G. Silent and John G. Frayne — "Western Electric noiseless recording" Jour. SMPE: 18:511 — May 1932.
- 5 — I. O. Baker and. D. H. Robinson. "Modulated High Frequency Recording as a Means of Determining Conditions for Optimal Processing" Jour. SMPE, 30:3 Jan. 1938.
- C. R. Boner — "Some exemples of sound system correction of acoustically difficult rooms" — Jour. Audio Eng. So. 15:218. Apr. 1967.
- 7 — C. C. Buckle and A. W. Lumkin, "The evaluation and standardizing of the Loudspeaker acoustics link in motion picture theaters". Jour SMPTE, 78:1058 — 1063, Dec. 1969.
- 8 — Don Davis and Don Palmquist, "Equalizing the sound system to match the room" — Electronics World — Jan. 1970.
- 9 — Erik Rasmussen, "A report on Listening Characteristics in 25 Danish Cinemas" — Jour SMPTE, 78:1054-1057, Dec. 1969.
- 0 — Erik Rasmussen. "Scandinavian efforts to standardize acoustic response in theaters and dubbing rooms" — Jour SMPTE; 80:896-899; Nov. 1971.
- 11 — John G. Frayne and Halley Wolfe, Elements of Sound Recording, John Wiley and Sons, N. Y., 1949.

Focalizando todo o sistema de sonorização do cinema e levando apenas em consideração que o Sistema Dolby é um "reductor de ruído", vejamos o diagrama de blocos do "Sistema Dolby Stereo para Filmes", onde esse "reductor de ruído" está inserido, para, depois, analisá-lo também em separado (ver figuras 4, 5, 6 e 7).

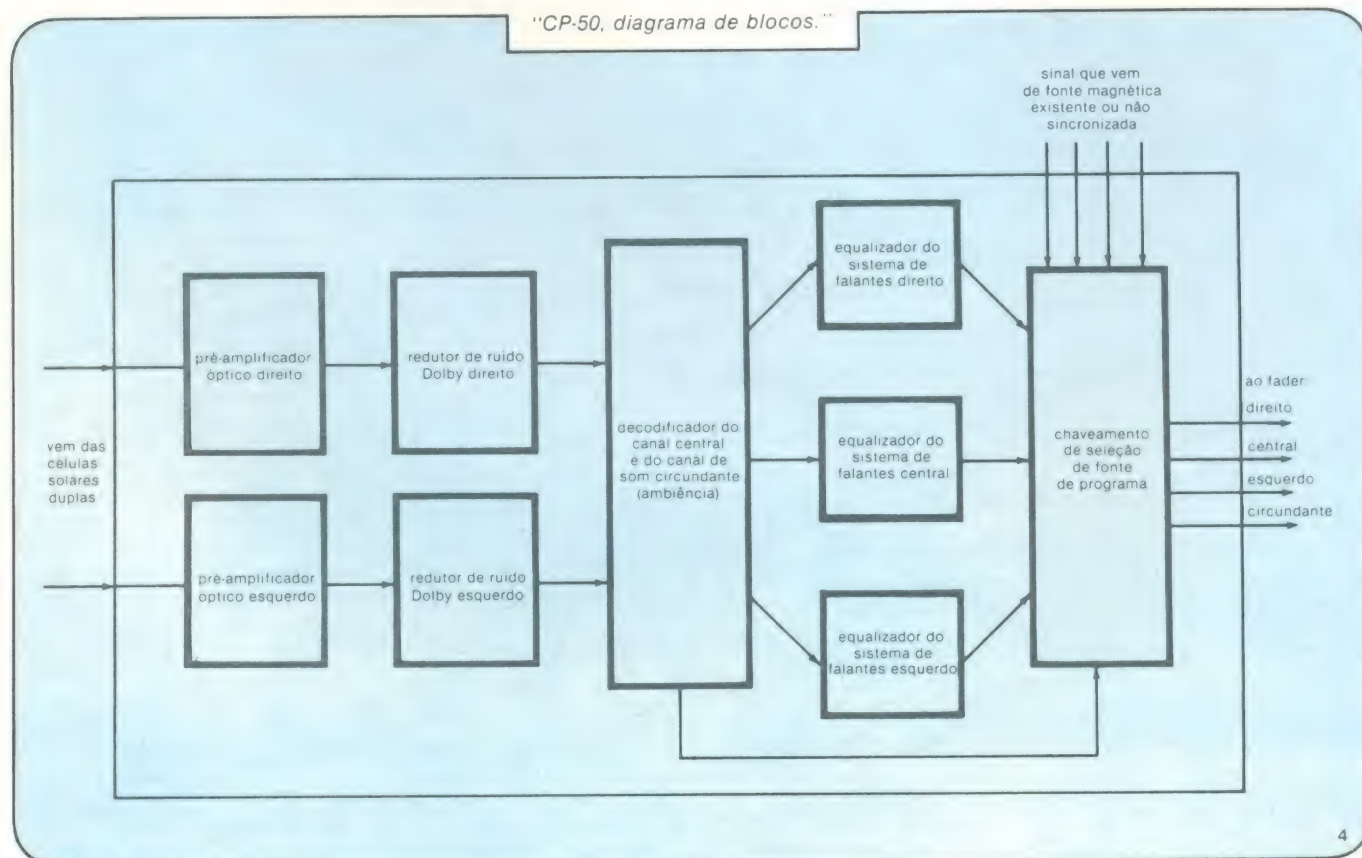
## Por que?

Antes de analisar o Sistema Dolby Stereo para Filmes, vejamos o porque de sua utilização.

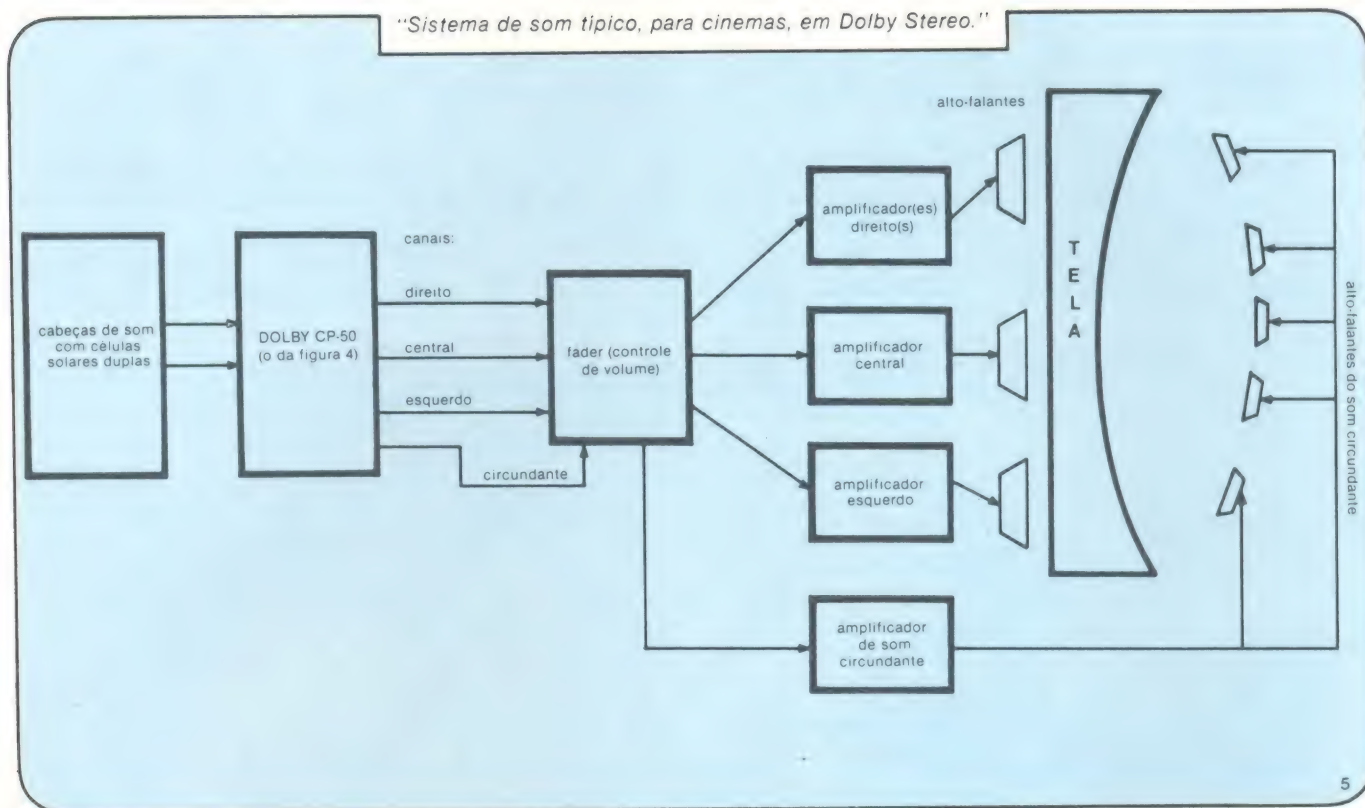
O som que se ouve em um cinema qualquer, sem o Sistema Dolby, devido ao ruído emanado das pistas ópticas e as limitações de resposta dos amplificadores e alto-falantes foi o melhor resultado possível de se conseguir na época de 1938, quando o processamento "acadêmico" de gravação e reprodução dos filmes ópticos foi codificado. As curvas de resposta desse tipo de som são apresentadas em quadro "evolutivo" na figura 8 (melhor seria dizer "involutivo", não?...)

Pelo quadro da figura 8, assustador, vemos que algo tinha de ser feito para possibilitar à audiência algo melhor. Como vimos no início do artigo, existiam outras maneiras de gravar e reproduzir o som em cinemas e, a melhor delas, é usar fitas magnéticas acopladas aos filmes. Isto é obviamente mais caro e complicado do que aperfeiçoar o próprio processo óptico. O Sistema Redutor de Ruídos Dolby veio justamente resolver a situação, elevando a qualidade da audição, via sistemas ópticos, para aquela dos sistemas de fita magnética.

Como se pode ler no jornal "Variety" — Wednesday May 17, 1978, antes da liberação de "Star Wars", havia menos de 100 cinemas nos EUA equipados para reproduzir filmes codificados em Dolby Stereo. Logo após a liberação do filme, esse número vertiginosamente sobe para mais de 450 cinemas e a estimativa da Dolby é de mais de 50 novos cinemas sendo equipados por mês! A percepção por parte dos produtores cinematográficos de que o Sistema Dolby Stereo, de acordo com as pesquisas de audiência, fazia efeito tão importante quanto a imagem, sobre o público, mudou a relutância em aceitar inovações em matéria de som para uma febril adesão desses produtores ao novo sistema, procurando até regravar filmes antigos através dele. Um sistema que, para instalação em cinemas co-







muns custa em média, apenas 5000 dólares, é bastante atraente, quando provoca tanta resposta positiva, principalmente sobre o público jovem, que sente a "profundidade" acrescentada ao filme com o uso do Dolby.

O Sistema Dolby não é caracterizado por um "Som Dolby", isto é, ele apenas permite ao diretor uma maior latitude de efeitos sonoros, devido à naturalidade e realismo da maior faixa dinâmica, melhor resposta a frequências e melhor relação sinal-ruído.

O Sistema Dolby Stereo óptico de 35 mm torna obsoleto o sistema estéreo magnético de 35 mm e, nos sistemas magnéticos de 70 mm, com o aperfeiçoamento e incremento nos graves das pistas 2 e 4, torna o som mais realista, ainda mais fiel.

### Como

Visto o "porque" da utilização do Sistema Dolby ser desejável, passemos à sua análise.

Após intensa pesquisa, descobriram os técnicos que as gravações e reproduções ópticas poderiam ter qualidade sonora muito melhor que a esperada normalmente. Não estava no meio óptico, o filme, a culpa do alto nível de ruído e distorção, mas no processo de gravação e reprodução. A modulação óptica, pelo contrário, não sofria os problemas da saturação das fitas magnéticas, podendo ser perfeitamente linear até alcançar o limite de 100%. Ficou claro, na pesquisa também, que a resposta à frequência podia ser competitiva no sistema óptico, com a do sistema magnético, caso se eliminasse o corte convencional de 20 dB a 9 kHz naquele. O sistema óptico reproduziria plano até 9 ou 10 kHz e, daí para cima, a maioria dos ouvintes não o distinguiria do sistema magnético. Hoje, consegue-se gravar plano até 12 kHz, menos 3 dB a 14 kHz com o Sistema Dolby em processo óptico.

Devido às atenuações dadas pelos alto-falantes comuns e mais a atenuação pela tela em sua frente, etc., os cinemas estavam, no entanto, começando a perder resposta a altas frequências desde 1 ou 2 kHz, conforme se vê na figura 8, antes do rejuvenescedor sistema Dolby. Verifica-

ram os técnicos, que o corte de altas frequências do sistema acadêmico, não resolvia o problema do ruído e distorção nas gravações ópticas, derivado principalmente da pré-ênfase aplicada nas gravações, feita justamente para prevenir a de-ênfase acadêmica das reproduções.

Em resumo, estava tudo errado; uma coisa criada para corrigir a outra, e a outra criada para corrigir a uma...

### Usando-se o Sistema Dolby

O uso do Sistema Dolby permitiu, então, a eliminação do corte de altas frequências do sistema acadêmico, sem o intolerável aumento da distorção e do ruído, em grande parte causados pelo próprio sistema usado para reduzi-los. A gravação e a reprodução seriam agora feitas com a resposta *plana*.

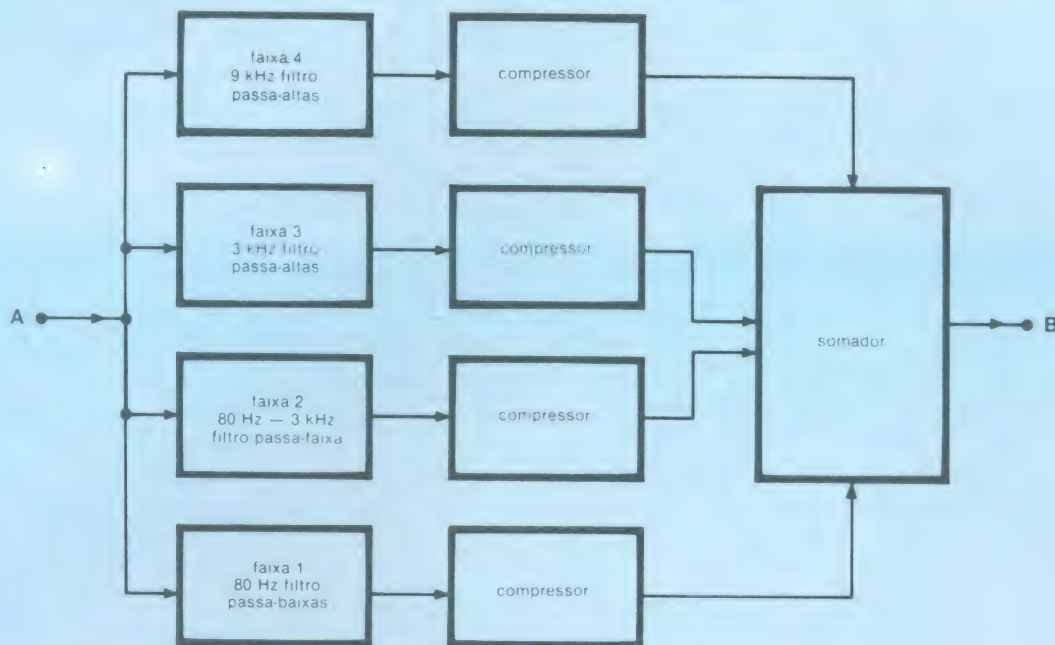
Em termos mais técnicos, uma gravação, óptica, carregada na base "ASA-A", sem atenuador de altas frequências, tem um nível de ruído de 55 dB abaixo dos 100% de modulação. Quando a mesma gravação é reproduzida com o filtro atenuador de altas frequências da Academia, o nível de ruído cai para 60 dB abaixo da modulação, de 100%. SEM o filtro, mas COM o processo Dolby-A de reprodução, o ruído cai ainda mais para 65 dB abaixo de 100% de modulação. Quando a fita envelhece, o filtro do sistema acadêmico torna-se menos efetivo, mas o processo Dolby continua a dar os 10 dB de redução de ruído. Resultados pelo "piores caso", seriam: 44 dB plano sem atenuação; 47 dB (Academia) e 54 dB (Dolby).

### O grande segredo...

O Sistema Dolby redutor de ruído, aquele mostrado nas figuras 6 e 7, faz simplesmente o seguinte: todo sinal de nível baixo, em todas as frequências, é aumentado 10 dB em nível, durante a gravação. Na reprodução, o sinal é reduzido em 10 dB, voltando ao nível original. O ruído, portanto, NÃO é aumentado 10 dB na gravação, já que aumenta-se o sinal antes do ponto onde é gerado o ruído, acaba sendo atenuado em 10 dB na reprodução, daí a melhoria de 10 dB na relação entre o sinal e o ruído na reprodução.



"Diagrama de blocos do Sistema Dolby Redutor de ruído contido nos segundos blocos da figura 4 do CP-50."



APARELHO COMPRESSOR DOLBY

6

Em resumo, dizemos que o sinal é comprimido na gravação e expandido na reprodução, a uma taxa idêntica de 10 dB.

#### O problema acústico

Atenção pessoal da "sonorização de grandes ambientes"!

Como os alto-falantes (...) não costumam reproduzir bem as altas frequências, lá pelos 8 kHz, bem como uma reverberação se faz sentir muito mais sobre o ruído rosa gerado para medições eletroacústica do que sobre o programa vocal nos grandes ambientes, os técnicos passaram a aceitar uma curva de resposta medida com analisador de espectro e gerador de ruído rosa, que é plana até 2 kHz e cai 3 dB/oitava daí para as altas frequências, curva essa que se aproxima mais da voz natural quando esta é reproduzida vinda de uma gravação PLANA, num sistema de som equalizado com essa curva cadente pelo gerador + analisador, instalado em cinema com acústica "média"

#### Uma "dica" ao espectador

As dublagens em sistema Dolby Stereo são feitas com a mesa de controle a 7 metros do alto-falantes do es-

túdio-cinema. Portanto, uma localização semelhante na sala de espetáculos (primeiras fileiras próximas à tela) será recompensada pela mais perfeita audição possível.

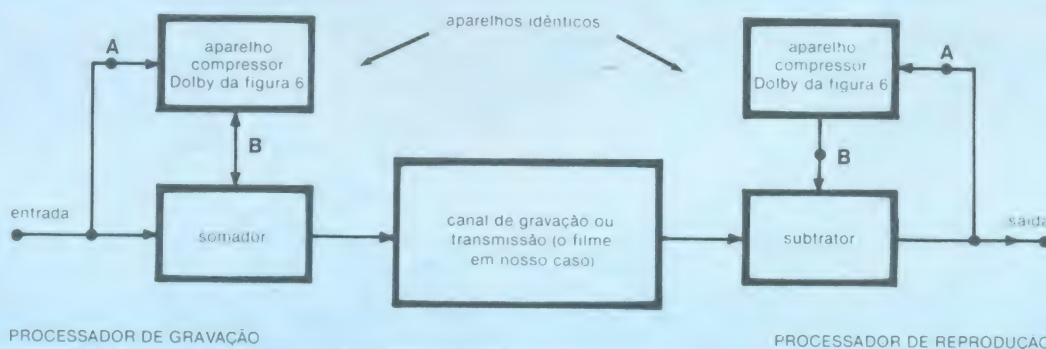
#### Outras considerações

Sendo as figuras 4 a 8 bastante auto-explicativas, quando auxiliadas pela leitura deste texto, ficam bem compreendidas as funções e vantagens do sistema óptico Dolby Stereo de gravação e reprodução de filmes. Considerações mais detalhadas sobre os gravadores ópticos, etc., poderão ser encontradas nos artigos indicados na bibliografia e interessarão quase que apenas ao profissional do ramo, que obviamente não estará aprendendo aqui sua profissão...

#### Conclusão

Aplicamos os processos de cálculo para sonorização de grandes ambientes, mastigado em forma prática e teórica no meu referido artigo da NE, e munidos dos dados fornecidos neste artigo, o técnico ou engenheiro interessado poderá ter pleno sucesso na moderna sonorização dos cinemas. Falta apenas o endereço da Dolby para completar

"Sistema geral do redutor de ruídos Dolby, visto na gravação e na reprodução, em diagrama de blocos."

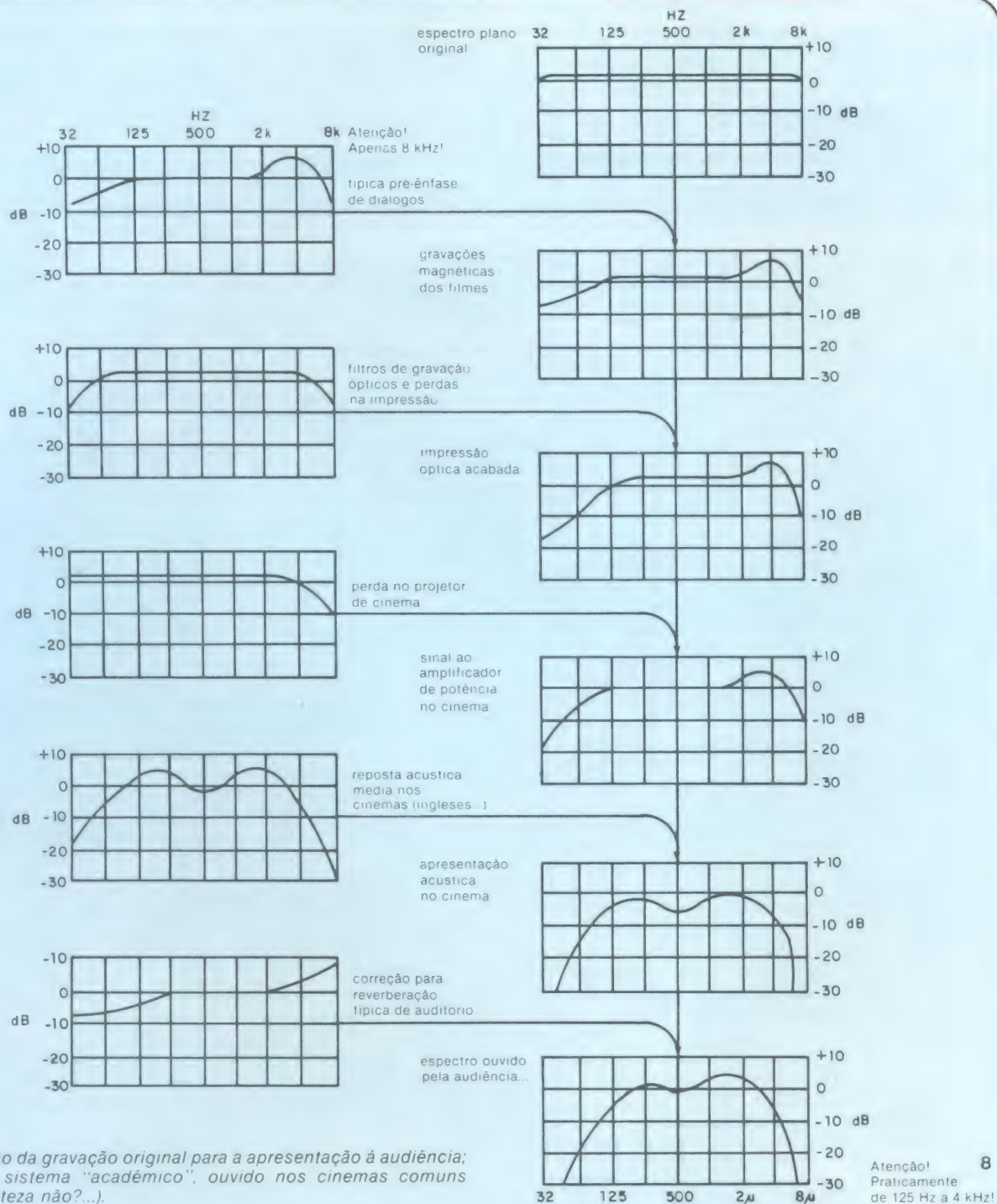


PROCESSADOR DE GRAVAÇÃO

PROCESSADOR DE REPRODUÇÃO

7





o fornecimento de pistas para a pesquisa. Aqui vai ele, pois:

Dolby Laboratories, Inc.

340 Clapham Road — London SW9 — England.

#### Retorno

Duas décadas atrás, termina o intervalo no Cinerama e, com ele, nosso mergulho na objetividade.

Novamente as cortinas se abrem, a luz e o som estereofônico nos envolvem, mas a emoção já não é a mesma da primeira vez...

Ali aprendemos algo; agora a repetição é monótona e exige novo esforço. Tudo se repete e o espetáculo chega ao fim. Novos processos, sistemas e equipamentos terão

de ser criados...

Deixamos o cinema, eu e você, com os ouvidos e os olhos cheios dos ecos de som e luz, a mente meio vazia de idéias, relação consciência-ruído piorada, e vamos indo para casa, em busca do silêncio. A noite, um encontro nos espera, cada um, a sós.

Ali, naquele lugar isolado, em paz, olhos e ouvidos cerrados, descobriremos por trás do ruído de fundo da mente, em meio ao Silêncio e à Obscuridade, o Som e a Luz. Eles trarão emoções maiores e mais duradouras; mais uma etapa de nossa missão estará vencida, iniciados e readaptados aos novos níveis de consciência objetiva e Cósmica, um pouco mais próximos do infinito...





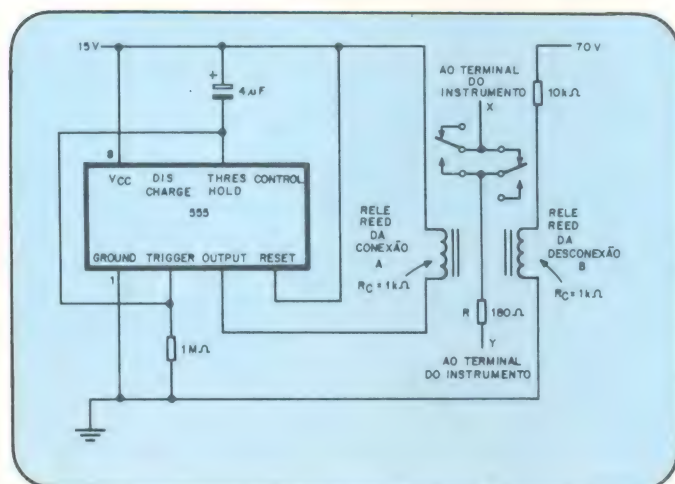
# ENGENHARIA

## do PRANCHETA

## PROJETISTA

### Dois relês evitam danos aos ponteiros de microamperímetros

Michael Bozoian Ann Arbor, Mich



**Shunt automático** — Apenas dois relês reed e um integrado 555 evitam que os galvanômetros analógicos entorem seus ponteiros de encontro ao fundo de escala, durante a conexão e desconexão, por meio de um resistor que permanece em paralelo aos terminais até que os transientes tenham desaparecido. Este método de proteção não prejudica a precisão do instrumento ou sua resposta a transientes.

Os microamperímetros sensíveis, tipo movimento d'Arsonval, ainda são bastante fabricados e utilizados hoje em dia, mas, surpreendentemente, pouco foi feito para corrigir um defeito inerente a eles — continuam muito suscetíveis a ter seus ponteiros danificados pela sobrecarga na entrada ou por transientes de conexão ou desconexão. Enquanto, por um lado, as formas de se proteger o movimento do ponteiro contra sinais de nível excessivo são bem conhecidas e aplicadas, por outro não se descobriu ou se divulgou uma boa maneira de evitar o entortamento do ponteiro, ao bater no fundo de escala, nos momentos de ativação ou desativação do medidor.

E, no entanto, o problema pode ser facilmente resolvido pela utilização de um 555 e dois relês, formando um *shunt* protetor para o instrumento nesses momentos. O 555, basicamente, fecha os contatos normalmente abertos do relê A, durante a ativação, colocando o resistor R em paralelo com o instrumento durante 5 ou 6 segundos, até o total desaparecimento dos transientes iniciais. Simultaneamente, abrem-se os contatos normalmente fechados do relê B.

Durante a desconexão, o relê B torna a introduzir o re-

sistor R, para proteger o instrumento dos transientes finais. Este sistema é mais eficiente que o clássico diodo em paralelo ao instrumento, como é feito usualmente, e mais elegante e prático do que acionar manualmente uma chave para inserir R toda vez que se liga ou desliga o medidor.

O valor de R foi especialmente selecionado para galvanômetros com fundo de escala de  $200 \mu A$  e uma resistência interna de 1400 ohms. O circuito todo pode ser montado sobre uma placa impressa de 5 por 6 cm e o único cuidado, no projeto, consiste em assegurar-se de que o relê B seja energizado por uma fonte com um rápido decréscimo de tensão na desoperação. No meu caso, essa tensão foi extraída do próprio retificador de alimentação do instrumento.



**NA QUALIDADE E NOS PREÇOS,  
NINGUÉM SUPERA A**

**Faça-nos uma consulta.  
Grandioso estoque de peças  
e componentes eletrônicos.**

**Comércio de  
Materiais  
Elétricos e  
Eletrônicos Ltda.**



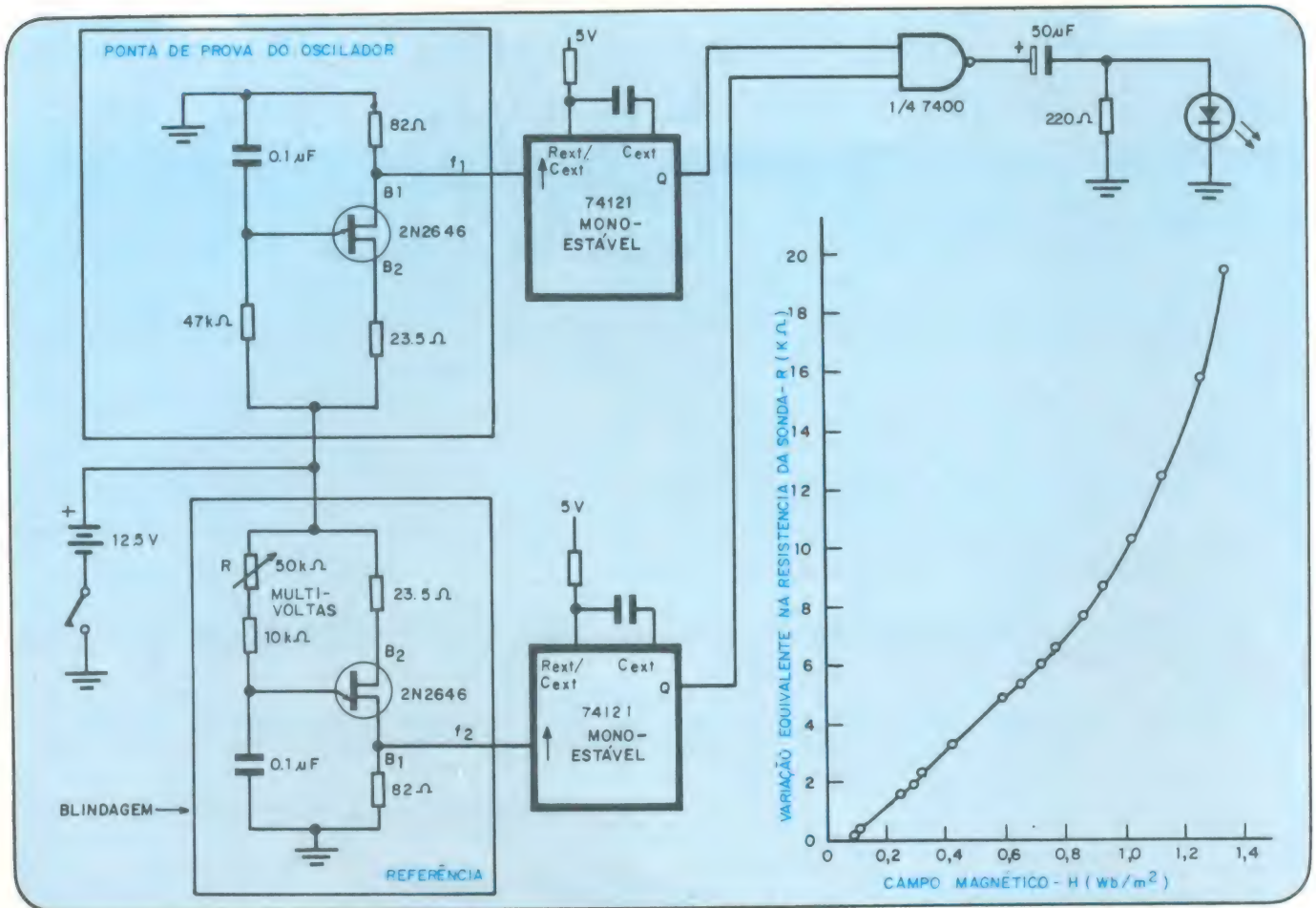
Rua dos Campineiros, 289 - Moóca  
São Paulo - Fone: 92-1887



# Ponta de prova transistorizada simplifica gaussímetro

Shanker Lal Agrawal e Rama Swami

Universidade Banaras Hindu, Departamento de Física, Varanasi, Índia



**Medidor de fluxo** — O baixo custo do rudimentar transistor de uniunção, que é sensível a campos magnéticos externos, faz dele o componente ideal para gaussímetros comparadores. O alcance do circuito vai de 0 a 1,5 Wb/m², com resposta linear até 1 Wb².

Como resultado das trocas de energia subatômicas que tem lugar em muitos semicondutores, devido à interação entre partículas e ondas, as características elétricas do oscilador a transistor uniunção podem ser significativamente alteradas por campos magnéticos externos. Tal propriedade torna o transistor uniunção, um componente relativamente barato, o dispositivo ideal para ser empregado como sonda de gaussímetros, ou quaisquer outros instrumentos medidores de fluxo magnético. Apesar de não ser tão linear, tão facilmente calibrável, nem tão preciso na leitura quanto outros projetos<sup>1</sup>, este circuito é mais simples, tão sensível quanto os outros e virtualmente tão preciso quanto eles.

Como se vê pela figura, o gaussímetro baseia-se na técnica da comparação, onde a frequência da sonda (um oscilador de relaxação) é constantemente monitorada em relação a uma referência, cuja frequência nominal é de 400 Hz. Ambos os osciladores produzem pulsos positivos, que são "esticados" pelos monoestáveis 74121. A porta NE serve de comparador digital, desligando o LED sempre que  $f_1 = f_2$ .

Durante a operação, a frequência do oscilador de referência é ajustada pelo resistor R, até que  $f_2$  seja igualda à frequência livre da sonda. Ao se colocar o oscilador-sonda

dentro do campo a ser medido, sua frequência será alterada por ele; o potenciômetro R, do estágio de referência, deve então ser ajustado, até que a diferença entre  $f_1$  e  $f_2$  seja minimizada. A rotação do potenciômetro R, a partir de sua posição original, poderá dessa forma ser relacionada à intensidade do campo magnético, por meio da curva de calibração individual do aparelho, que aparece no lado inferior direito da figura.

Quanto à calibração, pelo menos três imãs padronizados serão, necessários para cobrir a faixa de 0 a 1,5 weber/m², que é a gama total do aparelho. Não podemos garantir linearidade na resposta do aparelho acima de 1 wb/m² e, dependendo do UJT utilizado, os pontos da curva poderão variar consideravelmente em função de R. Ainda assim, o circuito mantém a calibração e poderá ser de grande utilidade em várias aplicações.

© — Copyright Electronics International

## Referências

1. Henno Normet, "Hall-probe adapter converts DMM into gaussmeter", Electronics, 3 de janeiro de 80, pág. 179.



### Nível de água em reservatórios controlado automaticamente

Valdir Furlanetto, São Caetano do Sul, SP

Este circuito tem a função de controle automático de nível de água. Foi por mim testado, tendo pleno êxito de funcionamento.

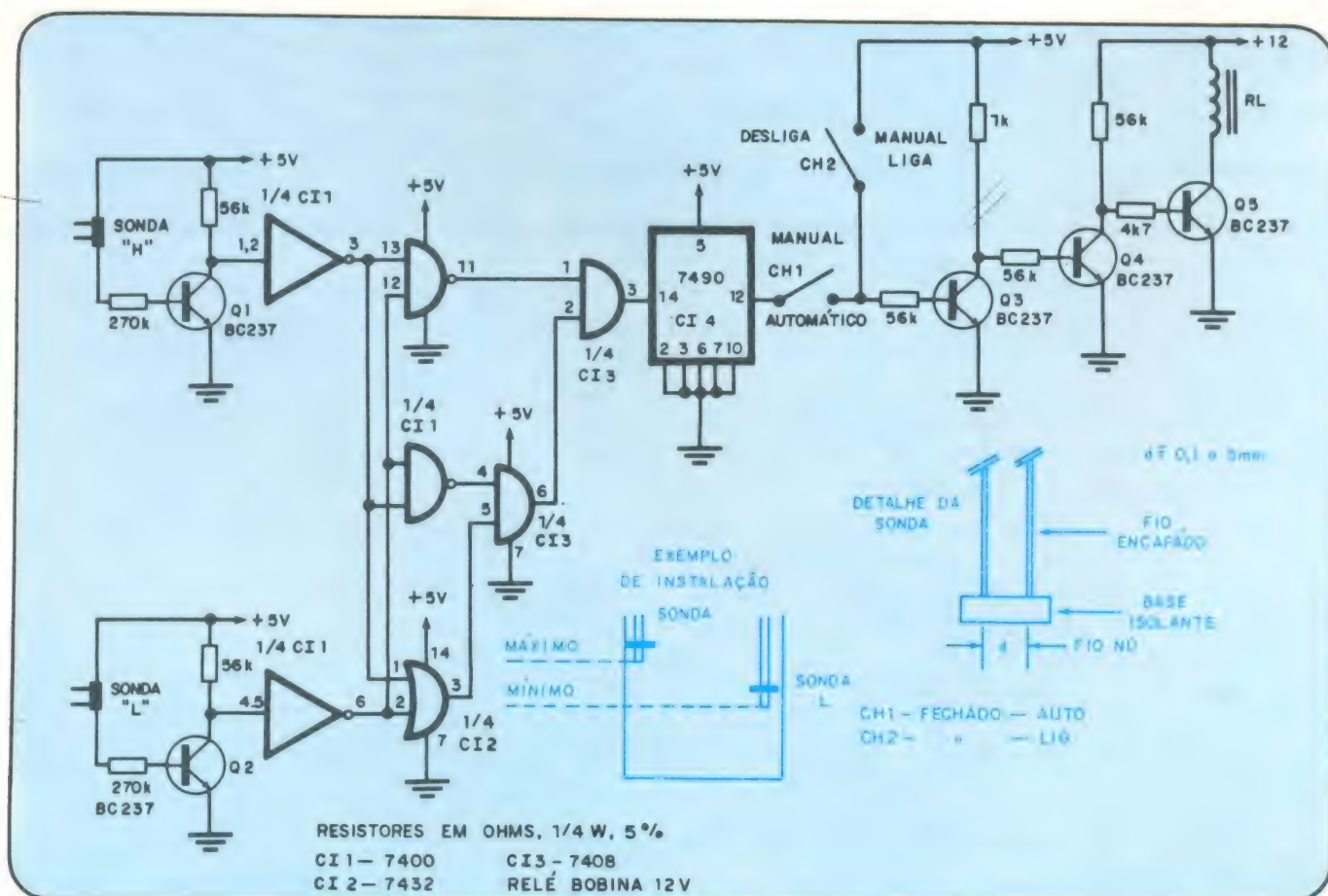
Os transistores Q1 e Q2 fazem com que os sinais das sondas sejam compatíveis com os níveis lógicos TTL; os dois inversores a seguir fazem apenas o isolamento entre as sondas e o controle digital. As portas E, NE e OU fazem a mistura dos sinais provenientes das sondas "alto" e "baixo", a fim de que tenhamos um único pulso para o acionamento de CI4, que funciona como um flip-flop tipo T. Q3, Q4 e Q5 fazem com que o sinal digital gerado por CI4 consiga acionar o dispositivo de potência, que nosso caso é um relê.

No 1º caso, quando o nível de água estiver acima da sonda "H", o circuito estará desligado, ou, melhor dizendo, a carga do relê estará desativada; no 2º caso, quando o nível de água estiver abaixo da sonda "H", o circuito receberá

seu primeiro pulso, que ficará retido, como se fosse uma memória, nas portas; no 3º caso, quando o nível de água estiver abaixo da sonda "L", o circuito receberá seu segundo pulso, que fará com que as portas acionem o circuito; este ficará em funcionamento até que o nível da água chegue à sonda "H", quando o circuito será desligado, e assim por diante.

Este circuito é indicado para controle de água em aquários, caixas d'água, poços ou qualquer outra finalidade semelhante. Pode tanto controlar motores, bombas, válvulas solenóide, como apenas uma sinalização, dependendo do relê que se utilizar. A carga do relê também pode ser acionada através de uma chave, a qual transforma o circuito de automático para manual.

**Nota da redação:** A título de sugestão, se o montador quiser economizar o integrado CI4, pode utilizar as duas portas restantes de CI3 para formar o flip-flop.





# NOVAS APLICAÇÕES À VISTA PARA OS SENSORES DE SILÍCIO UM INFORMATIVO ESPECIAL

Roger Allan, *editor de componentes*

A tendência de se utilizar microprocessadores como interface com o mundo analógico está originando uma grande demanda de sensores monolíticos.

A atração pelo silício na fabricação de sensores diminutos e altamente precisos sempre foi intensa, graças à sensibilidade do material a uma grande variedade de fenômenos, à sua quase total liberdade da histerese mecânica e da deformação gradual, à sua estabilidade e sua robustez. Entretanto, os sensores de silício não eram baratos, apesar de suas vantagens, em termos de custo, sobre outras tecnologias.

Atualmente, porém, quando os microprocessadores se proliferam e baixam drasticamente de custo, cresce a demanda de dispositivos reduzidos capazes de atuar como *interface* entre essas propriedades do silício e o mundo analógico. E o que é mais, esse novo surto de interesse promete rápidos avanços na tecnologia dos sensores de silício, particularmente na área de captação de pressão (ou tensão mecânica), e abrindo assim novos mercados para os sistemas baseados em microprocessadores. O encapsulamento também está sendo aperfeiçoado e, como resultado, o sensor de pressão a silício que há quatro anos atrás era vendido a 50 dólares, nos EUA, hoje custa dez vezes menos.

As condições também estão mudando para os pequenos e tradicionais fabricantes de sensores a semicondutor. Durante anos a fio, eles suprimiram mercados específicos, como o aeroespacial, o de equipamento médico e o de controle de processos, com sensores de alta qualidade, geralmente porque não havia outros meios satisfatórios de transdução. Hoje em dia, com a grande demanda em potencial dos novos mercados, os grandes fabricantes de semicondutores estão sentindo-se atraídos para essa área, beneficiando assim o pequeno fabricante.

A área que mais possibilidade tem de crescer é a das aplicações automotivas; a mais interessante é, provavelmente, a das aplicações biomédicas. Entre elas situam-se as áreas de aplicações industriais e teste de maquinário. E os sensores de temperatura tem chances de serem aceitos em todas elas.

Além de pressão, o silício pode ser utilizado para distinguir posição, temperatura, esforço, magnetismo, nível e fluxo de fluidos, força, gases diversos, radiação e vários outros fenômenos. Além disso, pode satisfazer muitas das exigências de um transdutor, desde o tamanho reduzido e baixo custo até desempenho e confiabilidade elevados. As familiares técnicas de processamento para semicondutores podem ser usadas na fabricação desses dispositivos, que já podem ser adquiridos em encapsulamentos à altura de sua eficiência.

## No começo...

Um dos pioneiros desse ramo é a firma Kulite Semiconductor Products, que em 1959 começou a produzir, primeiramente, sensores de pressão em silício homogêneo e depois passou a fabricá-los em silício difundido, visando necessidades militares e aeroespaciais. No princípio dos anos 60, foi a premência por sensores de pressão reduzidos para testes em turbinas e túneis de vento que acelerou o desenvolvimento dos dispositivos de silício difundido.

Esse é o tipo mais comum de transdutor de pressão, atualmente, e a própria Kulite produz os menores modelos existentes — modelos da série CQ-030. Com um diâmetro de apenas 0,75 mm, são pequenos o suficiente para passar pelo buraco de uma agulha. Esses sensores piezo-resistivos estão programados para medir, nominalmente, 7 kg/cm<sup>2</sup>, fornecendo uma saída de 40 mV.

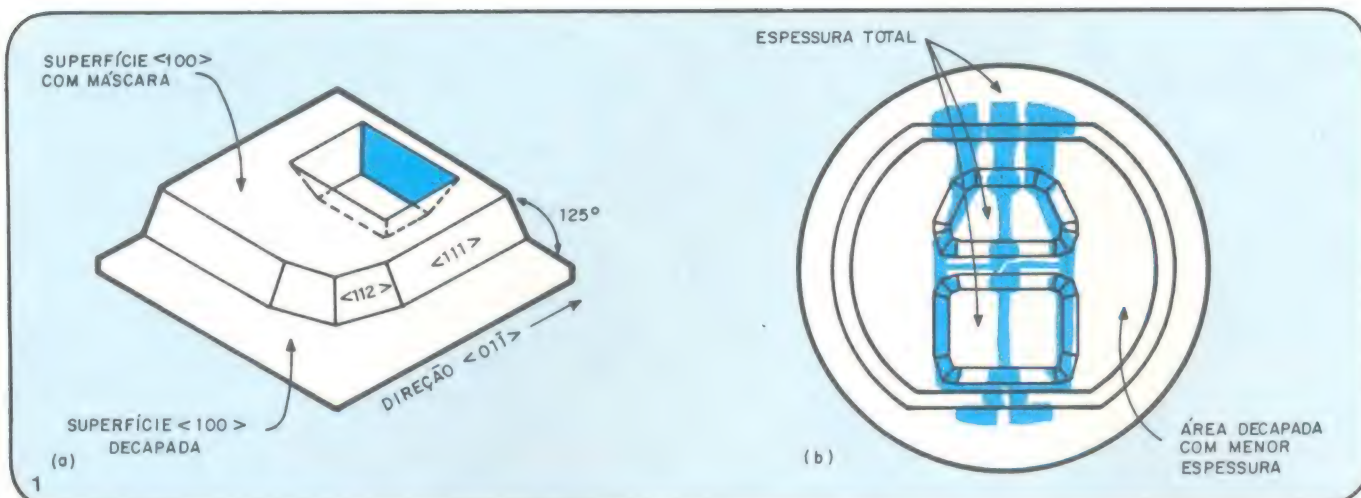
No que se refere ao desempenho do silício como sensor, os fabricantes tem procurado levá-lo a níveis de medição impossíveis de obter por outros métodos de transdução, dentro de certos limites de tamanho e custo. A firma Kulite, por exemplo, já oferece sensores de silício com as maiores temperaturas de operação (320°C), graças à presença de uma camada de dióxido de silício entre a região de silício difundido e o substrato.

Há aproximadamente um ano atrás, a firma Conrac Corp. produziu um sensor de alta precisão para temperaturas elevadas, onde o transdutor piezo-resistivo é feito crescer sobre um diafragma de safira (*Electronics*, 22 novembro 1979, pág. 42). Esse transdutor da série 4720, que manipula até 1000 psi de pressão e entrega 50 mV de saída, é capaz de operar ao longo de uma faixa compensada em temperatura de -54 a +245 °C. A Conrac é outra firma pioneira na área de sensores a semicondutor difundido.

Outros fabricantes, como a Bell & Howell Co., utilizam diafragmas de Pyrex, sobre os quais são montados os transdutores piezo-resistivos. O desempenho e a linearidade assim obtidos são superiores àqueles conseguidos por sensores com diafragmas de aço inoxidável.

A decapagem anisotrópica é uma técnica que permite moldar o transdutor de silício de forma que certas áreas selecionadas sejam submetidas ao esforço máximo (figura 1). A empresa Endevco, por exemplo, através de sua divisão de instrumentos dinâmicos, possui um método patenteado de decapagem, capaz de produzir uma combinação ótima de alta sensibilidade, linearidade e ressonância num sensor de silício. ►





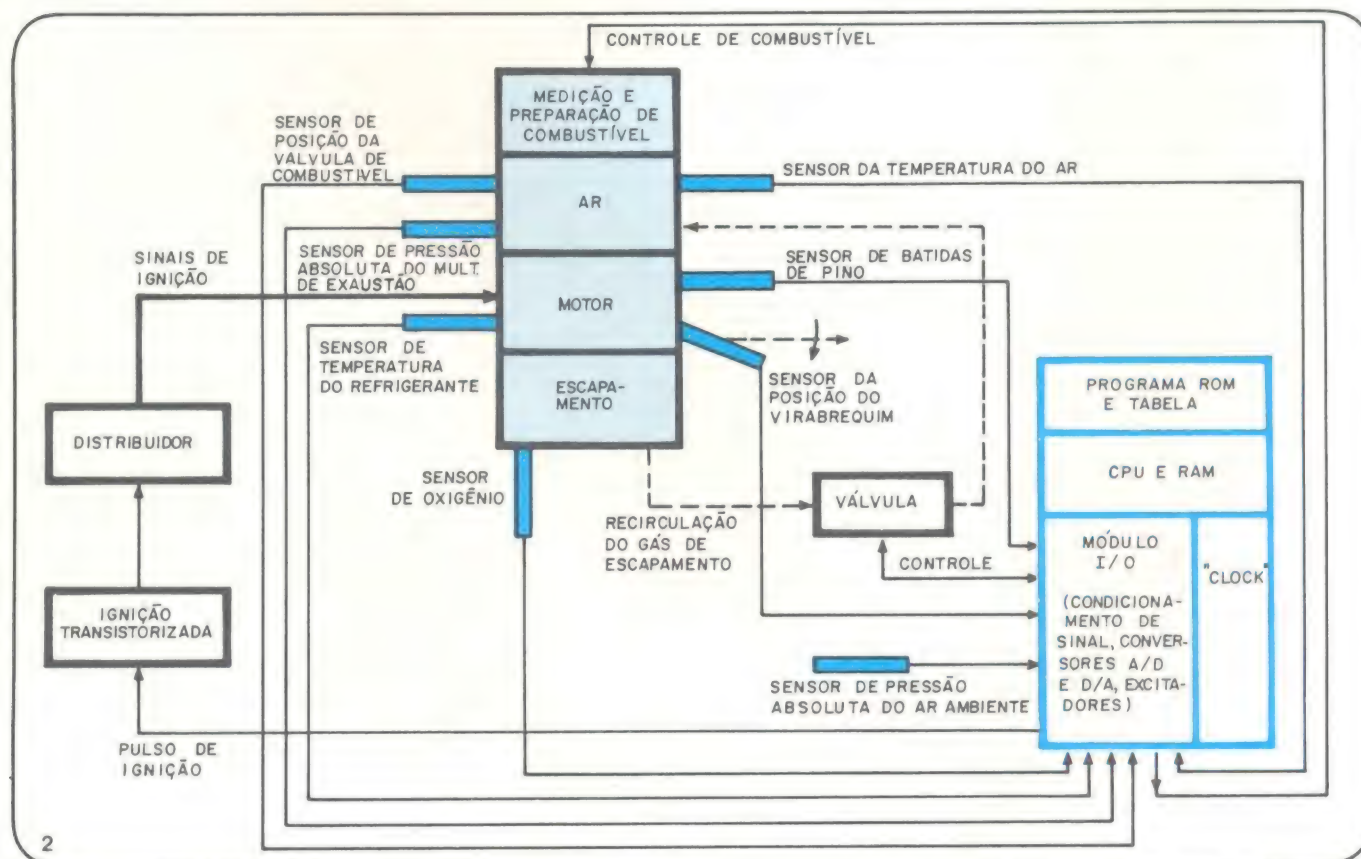
**Adaptável** — O silício pode ser preparado como sensor de pressão ao sofrer uma decapagem anisotrópica(a). Essa decapagem assegura que a máxima transferência de pressão atingirá certas áreas seleccionadas do material. Um típico transdutor integrado de pressão, decapado anisotropicamente, pode ser visto em (b).

### Boa resistência mecânica

A alta confiabilidade oferecida pelos sensores de silício interessa particularmente à indústria automotiva. O silício é um material extremamente resistente e, como elemento sensor de pressão, geralmente opera bem abaixo de seus níveis máximos de esforço e tensão, alcançando assim uma vida útil bem longa. De fato, a razão entre seu Módulo de Young (medida de resistência mecânica) e seu peso é superior ao do aço. De acordo com Donald Lynam, presi-

dente da Foxboro/ICT, sua firma está produzindo um sensor de pressão a silício que manipula forças de gravidade de 100 000 g em mísseis, forças que destruiriam qualquer outro tipo de sensor, dadas as pequenas dimensões exigidas nesse tipo de aplicação.

Uma grande barreira à aceitação generalizada dos sensores a semiconductor tem sido o encapsulamento, pois cada aplicação diferente requer, virtualmente, um encapsulamento diverso. Desse modo, esperou-se pelo desenvolvi-



**Controle** — Os automóveis do futuro poderão conter um laço de controle baseado em microprocessadores, substituindo os laços analógicos convencionais. Falta decidir ainda se os controles serão organizados como um conjunto de laços federalizados, laços secundários ou sob a forma de um único laço (fonte: IEEE).



## Fundamentos dos sensores de pressão

A pressão, expressa normalmente como força por unidade de área (tal normalmente como força por unidade de área (tal como quilos por centímetro quadrado), tem sido medida, ao longo dos tempos, pela aplicação do esforço a um lado de uma estrutura mecânica de paredes finas. Uma diferença de pressão em relação à outra face da parede a faz defletir, deflexão que é convertida em um sinal elétrico através de fenômenos capacitivos, indutivos, piezoelétricos ou piezo-resistivos. Em termos formais:

- \* Pressão absoluta (psia) é a medida da pressão presente em um dos lados da estrutura do transdutor, com o outro lado no vácuo, ou a zero  $\text{kg/cm}^2$ .

- \* Pressão atmosférica é a medida da pressão presente em um dos lados da estrutura, com o outro lado exposto a uma pressão atmosférica de 14,7 psi.

- \* Pressão diferencial (psid) é a medida da diferença de pressão existente entre os dois lados da estrutura sensora do transdutor, cada lado exposto a um nível diferente de pressão.

A pressão, normalmente, é captada por piezo-resistência. O tipo mais comum de transdutor de pressão piezo-resistivo é o transdutor de tensão mecânica (*strain-gauge*), que é produzido sob vários princípios diferentes. Muitos deles empregam diafragmas sensores junto a elementos tensores ativos, tanto no próprio diafragma como num pequeno eixo ativado por ele.

Os elementos tensores ativos são conectados, em geral, num arranjo tipo ponte de Wheatstone, que permite a medição de variações de resistência ocasionadas por alterações da pressão aplicada, quando um potencial de excitação é injetado no circuito.

Apesar do princípio do transdutor de tensão mecânica ser conhecido em vários metais há bastante tempo, foi só em 1954 que Charles Smith, dos Laboratórios Bell, topou com o efeito piezo-resistivo no silício e no germânio. Descobriu-se, então, que o silício, como elemento transdutor de tensão mecânica, exibia várias vantagens sobre os transdutores convencionais, graças às suas excelentes propriedades mecânicas. Tais propriedades incluíam um elevado fator de transdução (sensibilidade), comportamento praticamente isento de histerese (isto é, o fato do silício ser repetidamente submetido à pressão não impede que ele volte à forma original), precisão, estabilidade e a longa duração, inerente aos semicondutores.

Durante toda a segunda metade da década de 50, muitos fabricantes produziram (e algumas ainda produzem) transdutores de estado sólido, empregando barrinhas de silício como elementos sensores. Essas barras eram acopladas a um diafragma de metal sensível à tensão mecânica, através de um adesivo. Essa aderência, porém, degradava as propriedades mecânicas do silício, através da histerese e deformação gradual do material, originando transdutores pouco mais precisos que o próprio adesivo empregado. Ademais, durante esse mesmo período, a necessidade de transdutores a semicondutor estava limitada aos mercados especializados, e seu projeto, portanto, se restringia às pequenas firmas de semicondutores.

Na primeira metade dos anos 60, porém, a exigência de sensores reduzidos e extremamente sensíveis, para as aplicações de túneis de vento e turbinas, da indústria aeroespacial, levou ao desenvolvimento do transdutor de pressão de silício difundido. Nesse dispositivo, o silício tipo P, agindo com elemento sensor de tensão mecânica, é difundido num substrato de silício homogêneo, tipo N. E o tipo de fabricação que predomina entre os transdutores atuais.

**FABRICAÇÃO DE  
ANTENAS E TORRES  
PARA  
RADIOCOMUNICAÇÃO**



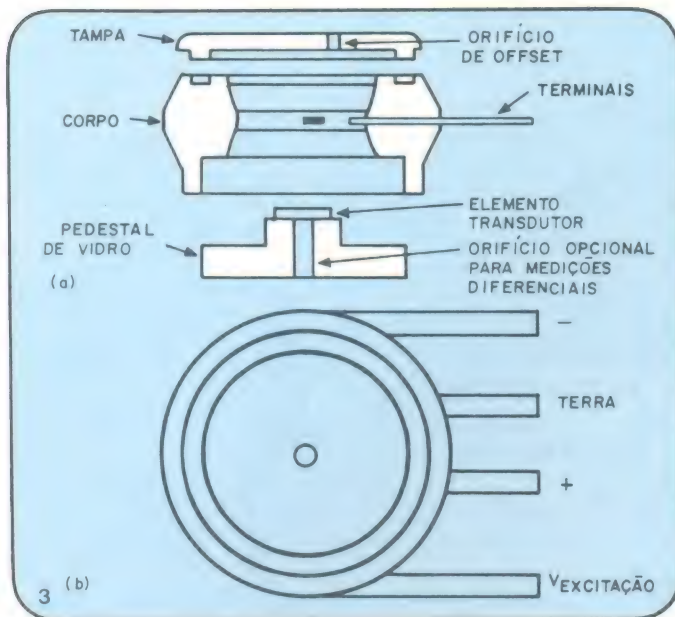
**“ARS” - ELETRÔNICA INDUSTRIAL LTDA.**

**O SÍMBOLO QUE É UMA  
GARANTIA DE QUALIDADE**



**RUA MONTE CARLO, 183 - VELEIROS  
SANTO AMARO - SÃO PAULO  
FONES: 247-4210 - 548-0558 - CEP 04773**





**Básico** — Graças à sua construção (a) e encapsulamento (b) simplificados, o transdutor de pressão da Motorola, denominado *X-ducer*, deverá se adaptar a um sem número de aplicações. O furo central, que é opcional, normalmente não está presente em sensores de pressão absoluta.

mento de uma embalagem universal para que os sensores de silício pudessem aspirar a mercados mais amplos. Isso porque é relativamente fácil fabricar um integrado sensor preciso e estável, mas suas propriedades, em geral, resultam comprometidas quando é encapsulado, devido à interação entre o CI e o substrato onde está montado. Este último problema parece também ter sido resolvido, satisfatoriamente, por alguns fabricantes.

### O mercado de automóveis representa um desafio

Durante os últimos anos, várias das grandes companhias de semicondutores tem realizado programas ambiciosos junto aos fabricantes de automóveis, parte dos quais envia o desenvolvimento de sensores de pressão a semicondutor, de baixo custo. Mas nem todas saíram-se bem na tarefa de produzir o grau adequado de precisão ao preço correto. Uma das consequências desse fato fez-se sentir na Delco Electronics, divisão da General Motors, que decidiu produzir, em 1979, todos os sensores exigidos pela companhia irmã. Com esse objetivo, produziu quase 1 milhão de transdutores de silício tipo implante iônico, no ano passado, a fim de suprir a safra de automóveis de 1980, e espera fabricar 5 milhões deles no próximo ano.

Apesar disso alguns fabricantes de grande porte sentem que podem fornecer, agora, sensores de baixo custo suficientemente precisos. Como um incentivo a mais, os sistemas de controle de motores a microprocessador, já em projeto, poderão em breve estimular a utilização dos sensores em veículos de passageiros (figura 2).

Um forte concorrente da Delco, para fornecimento à GM, é a divisão de semicondutores da Motorola, que desenvolveu o transdutor piezo-resistivo de silício chamado *X-ducer* (*Electronics*, 25 setembro 1980, pág. 44). As inovações de seu projeto e encapsulamento permitiram à Motorola comercializar seu MPX100D a baixo preço, variável conforme a quantidade e o desempenho.

O *X-ducer* produz uma saída máxima de 65 mV a 1 atmosfera de pressão diferencial, quando excitado por uma fonte CC de 3 V. É capaz de manipular pressões numa faixa de 1 a 40 psi (tanto diferenciais como absolutas). Além de ser isento de histerese, o sensor exhibe uma repetibilidade,

no pior caso, de  $\pm 1\%$  e um coeficiente de temperatura de fundo de escala igual a  $-0,2\%/^{\circ}\text{C}$ . O *offset* máximo, à pressão nula, é de 35 mV, e sua sensibilidade é de  $0,53 \text{ mV/cm}^2$ .

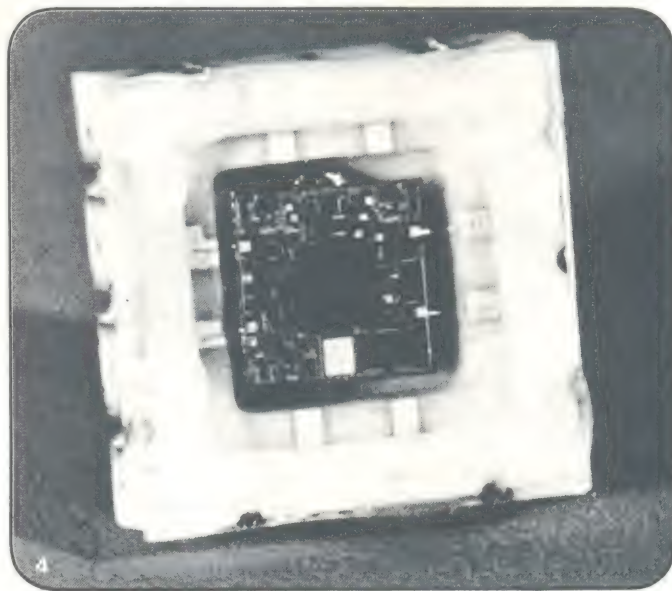
### Princípio de operação

O dispositivo sensor da Motorola foi apelidado com base no formato de sua peça principal — um único elemento de silício tipo P, em forma de "X", que opera num princípio de cisalhamento-tensão para produzir sua tensão de saída. Assim, ele não tem necessidade dos resistores implantados formando uma ponte de Wheatstone, comuns em sensores de pressão piezo-resistivos tradicionais. Além disso, o CI é montado sobre um soquete especial desenvolvido pela própria Motorola, que simplifica o teste do produto por equipamentos automáticos (figura 3).

Disponível em versão automotiva sob o código MPX80MD, o sensor já vem totalmente montado, calibrado e testado para servir de *interface* para microprocessadores — pois contém circuitos condicionadores de sinal que produzem uma saída máxima CC de 5 V. Em outros encapsulamentos, o sensor pode ser empregado também em aplicações industriais e de controle de processos. A idéia do CI básico, numa embalagem simples, que pode ser facilmente acoplado a sinais elétricos e mecânicos é importante, já que abre as possibilidades de mercado do *X-ducer*. Cada uma das diferentes aplicações poderá utilizar o CI básico à vontade, modificando-o inclusive para obter melhores resultados.

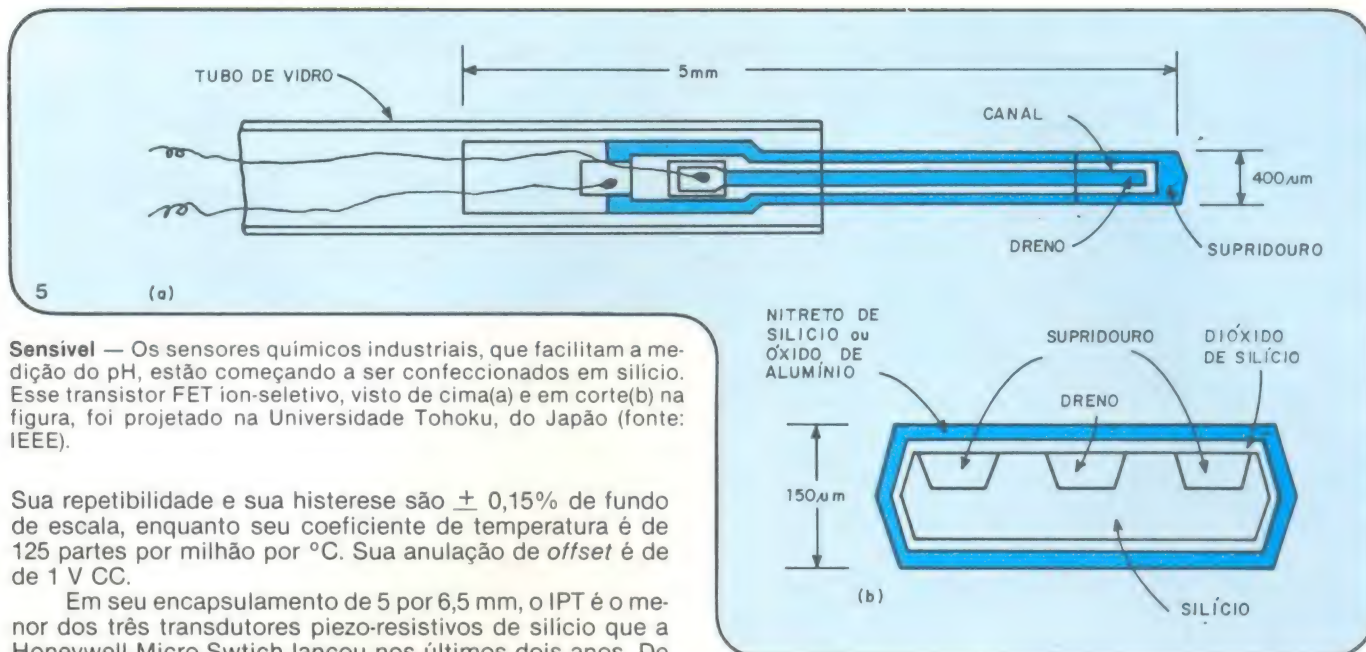
Durante a segunda metade da década de 70, a divisão de micro-chaves da Honeywell Inc., um dos maiores fabricantes de sensores a semicondutor, produziu cerca de 80 000 sensores para os carros Oldsmobile modelo Toronado. Sabe-se que apenas um punhado deles apresentou defeito e somente devido a certas aberturas neles existentes. Mas, agora, com o novo IPT (*Integrated Pressure Transducer* — transdutor integrado de pressão), o primeiro sensor da Honeywell a conter condicionamento interno de sinais, a empresa pode almejar os mercados de controle médico e ambiental, além do automotivo.

O IPT (figura 4) representa um avanço para o estágio atual de sensores de pressão, pois cobre a faixa entre 0 e 15 psi (valores absolutos), fornece uma saída máxima de 5 VCC e exhibe uma linearidade de  $\pm 1\%$  de fundo de escala.



**Integrado** — O dispositivo IPT da Honeywell Microswitch mede apenas 5 por 6,5 mm e contém circuitos condicionadores de sinal, além do próprio transdutor de pressão. O sensor de 15 psi fornece um sinal de 5 VCC, com uma linearidade de  $\pm 1\%$ .





**Sensível** — Os sensores químicos industriais, que facilitam a medição do pH, estão começando a ser confeccionados em silício. Esse transistor FET ion-seletivo, visto de cima(a) e em corte(b) na figura, foi projetado na Universidade Tohoku, do Japão (fonte: IEEE).

Sua repetibilidade e sua histerese são  $\pm 0,15\%$  de fundo de escala, enquanto seu coeficiente de temperatura é de 125 partes por milhão por  $^{\circ}\text{C}$ . Sua anulação de *offset* é de 1 V CC.

Em seu encapsulamento de 5 por 6,5 mm, o IPT é o menor dos três transdutores piezo-resistivos de silício que a Honeywell Micro Switch lançou nos últimos dois anos. De acordo com Charles Hudson, diretor de tecnologia da divisão de micro chaves da firma, esse encapsulamento básico do IPT é suficientemente universal para ser modificado com facilidade, satisfazendo assim a uma grande variedade de aplicações.

A Honeywell também não é novata no ramo automotivo, já que os modelos Dodge Omni e Plymouth Horizon, da Chrysler, incluíam em seus distribuidores, desde o começo, sensores de posição por efeito Hall, fabricados por ela, no lugar dos convencionais sensores a relutância, mais caros e menos confiáveis.

A Motorola também está planejando introduzir sensores a efeito Hall para automóveis a partir do próximo ano. Ambos os dispositivos irão utilizar dois elementos Hall, no lugar do único elemento costumeiro, para captar a região de transição entre os campos magnéticos norte e sul. Dessa forma, os dispositivos irão apresentar, na saída, uma onda quadrada bem definida. Suas aplicações mais prováveis estão no distribuidor, no virabrequim e na captação de velocidade.

#### Captação de nível na berlinda

Há uma grande proliferação, também, de dispositivos monolíticos sensores de nível de líquidos, sólidos e gases. Juntamente com a tecnologia dos microprocessadores, já se vê sistemas monolíticos capazes de medir e controlar esses níveis, além de captá-los.

Para se medir níveis de líquidos em veículos, por exemplo, a Texas Instruments desenvolveu um elemento sensor (STOO4) que pode ser acoplado numa sonda (STSOO4-B). O circuito impresso do conjunto (LLSM-1) é utilizado na monitoração do nível de líquidos.

O coração do elemento sensor é uma pequena pastilha de silício, medindo  $500 \times 500 \times 150 \mu\text{m}$ , com um fio de chumbo conectado a cada face. A corrente que passa pelo CI varia de acordo com a resistência do silício, que por sua vez varia conforme a temperatura do meio (o líquido ou o ar entra em contato com o CI por intermédio de orifícios existentes no corpo da sonda). Como se sabe, perde-se mais calor em contato com um meio mais denso que o ar, tal como óleo ou água.

A Texas está trabalhando no desenvolvimento de um integrado de controle capaz de coletar dados desse e de vários outros sensores de nível de líquidos, formando assim um conjunto monitor de níveis do óleo do motor, fluido dos freios, refrigerante do radiador, óleo de transmissão, água

do limpador de pára-brisa, combustível e óleo do câmbio, mais ou menos simultaneamente. Tal configuração iria amortizar o custo do CI de controle sobre vários sensores.

#### O tipo de dois elementos

A Texas desenvolveu ainda um sistema sensor de fluxo de fluidos, dotado de dois elementos, especialmente para a indústria automotiva. Operando sob um princípio similar ao do anemômetro de fio aquecido, em contrapartida é

**MULTITESTADOR sonoro**

TESTADOR DE VOLTAGEM  
(110/220 V) E CONTINUIDADE

Além de testar voltagem 110/220 volts-ac, testa se um componente está bom ou não, através de um zumbido. Testa fuzíveis, lâmpadas, resistências, motores, diodos, transistores, capacitores, etc.

**NOVO**

**PERFURADOR**  
DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

PUNÇÃO DE AÇO CARBONO LONGA VIDA

FUROS FÁCEIS E RÁPIDOS

**EXTRATOR DE CIRCUITO INTEGRADO E PONTA DESSOLDADORA**  
(circuito integrado) (placa)

Remover circuito integrado ficou uma moleza com essa nova dupla.

**"O VERSÁTIL"**

**SUPORTE p/ PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO**

Duas mãos a mais para montagens, experiências, etc.

**CETEISA**

CENTRO TÉCNICO INDUSTRIAL SANTO AMARDO LTDA.  
RUA BARÃO DE GUARAPUÁ, 312 - 5TO ANDAR - SÃO PAULO - SP  
FONES: 348-4262/322-1384



## Técnicas Gerais de Captação de Pressão e Temperatura

método de transdução	princípio de operação	faixa	erro aproximado	vantagens	desvantagens
<b>PRESSÃO</b>					
capacitivo	deflexão de um diafragma, atuando como uma das placas de um capacitor, que faz variar a capacitância	0,01/200 psi	0,05%	alta precisão e sensibilidade; robustez; insensível à temperatura	custo elevado; inadequado p/ pressões elevadas
indutivo	deflexão de um diafragma ou de um tubo de Bourdon faz variar a indutância numa ponte ou num transformador diferencial	0,04/10 000 psi	0,5%	saída elevada; ampla faixa de pressões	instável com a temperatura; suscetível a choques e vibrações
piezoelétrico	pressão num cristal de quartzo ou sal de Rochelle produz nele uma tensão eletrostática	0,1/10 000 psi	1%	dispensa excitação; faixas amplas de pressão, resposta em frequência e temperatura	baixa saída e precisão; instável
piezo-resistivo (transdutores de tensão mecânica)	esforço induzido por pressão num elemento sensor produz variação de resistência nos sensores	0,5/10 000 psi	0,25/0,5%	alta sensibilidade, custo e histerese baixos (nos modelos a semicondutor); robusto; ampla faixa de temperatura	baixa saída; sensível à temperatura
<b>TEMPERATURA</b>					
termo-elétrico (termopares)	força eletromotriz produzida na junção de dois metais diferentes, cada um a uma temperatura diferente	-200/ + 2000°C	1/5%	ampla faixa de temperatura; suporta temperaturas elevadas	saída, precisão e sensibilidade baixas; instável; custo elevado
resistência (termistores, detectores termo-resistivos)	variação da resistência com a temperatura, em óxidos ou condutores metálicos	-100/ + 400°C (termistores) - - 273/ + 850°C (termo-resist.)	1/10% (termistores) 0,01/0,1% (termo-resist.)	<b>termistores:</b> saída e sensibilidade elevadas; baixo custo <b>termo-resist.:</b> precisão, estabilidade e linearidade elevadas; ampla faixa de temperatura	<b>termistores:</b> pouco lineares; estreita faixa de temperatura <b>termo-resist.:</b> custo elevado; longa constante de tempo térmica
diodo semicondutor	tensão base-emissor de um diodo diretamente polarizado varia com a temperatura	-55/ + 200°C	0,1/1%	precisão, estabilidade e linearidade elevadas; baixo custo	baixa saída; faixa superior de temperatura limitada

mais robusto e fornece maior resolução que esse sistema. Além disso, o método é especialmente adequado para medições de fluxo de combustível, graças ao tamanho reduzido dos dois sensores a semicondutor empregados.

Ambos os sensores são montados na tubulação pela qual deve fluir o líquido ou o gás a ser monitorado. Um deles é simplesmente um sensor de nível, do tipo já descrito; o outro, montado à frente do primeiro, em sentido contrário ao da corrente, é um sensor de temperatura, que explora o fenômeno de espalhamento de resistência. Os dois dispositivos ficam ligados a uma ponte externa de resistência e são mantidos a um diferencial de temperatura constante, onde um dos sensores permanece à temperatura do fluido da tubulação, proporcionando assim uma referência. A razão de transferência de fluxo pode ser determinada pela razão de transferência de calor do mais aquecido dos dois elementos de silício.

Nos laboratórios da National Semiconductor, uma dupla pesquisa está em andamento, no sentido de produzir sensores a semicondutor para fluxos lentos de líquidos (galões/hora) e de gases (pés cúbicos/hora). Um deles envolve transdução por capacitância variável, enquanto o outro se baseia em uma variação do princípio piezo-resistivo do silício, da forma que é utilizada nos sensores de pressão. Ambos os princípios serão implementados segundos os mesmos estágios de processamento utilizados na produção desses transdutores piezo-resistivos de pressão, dos quais a National é um dos principais fabricantes.

### Aplicações industriais

"Praticamente metade de todas as fábricas norte-americanas empregam linhas pneumáticas e hidráulicas, pelo fato de exigirem menos energia que as válvulas controladas eletricamente", explica Lynam, da Foxboro. "Em consequência, os sensores de pressão a semicondutor podem agora tornar possível o controle por computador dessas linhas, e muitas firmas de controle de processos estão comprando nossos sensores com esse objetivo".

Nos controles hidráulicos de máquinas-ferramenta, por exemplo, os sensores de pressão podem ser implementados de fora a elevar o rendimento do sistema. E quanto aos robôs industriais, sempre sentiram a necessidade de

sensores baratos e diminutos que lhes ampliasse a "inteligência".

O gerente da área de transdutores da National, Art Zias, observa ainda que a extensa vida útil inerente aos sensores a semicondutor, que pode chegar a vários anos, representa uma grande vantagem nas aplicações com máquinas-ferramenta, onde um tremendo número de operações repetitivas, envolvendo choques e pancadas, resulta numa vida relativamente curta para os sensores convencionais (um mês, apenas, ou ainda menos).

Antes que as aplicações de controle de processos e máquinas-ferramenta tome vulto para os sensores monolíticos, porém, seus fabricantes precisam desenvolver dispositivos básicos, que possam ser universalmente aplicados nessas operações. E o problema, aqui, reside no fato de não existirem duas operações desse tipo que sejam iguais, cada uma delas exigindo um tipo específico de sensor, dentro de um sistema de controle. Até mesmo a compatibilidade dos sensores com o microprocessadores ainda tem muito a conquistar, já que poucos transdutores comerciais apresentam saídas compatíveis com aqueles dispositivos (não diretamente, ao menos). Outro problema é que os tradicionais fabricantes de sistemas de controle não estão acostumados a sistemas eletrônicos baseados em microprocessadores e, portanto, requerem mais ajuda da eletrônica integrada.

Numa aplicação industrial relativamente recente, sensores químicos de silício estão sendo desenvolvidos para monitorar concentrações iônicas e para facilitar medições de pH. Esses transistores de efeito de campo ion-seletivos, ou IS FETs, são confeccionados com portas em películas inorgânicas. Cada um deles é composto por um eletrodo convencional ion-seletivo e por um FET tipo metal-isolante-semicondutor (MIS FET) e opera segundo um princípio semelhante ao do MISFET convencional. O eletrodo de porta de metal, contudo, é removido, expondo assim a camada isolante do dispositivo à solução da qual se quer medir o pH.

Um desses componentes foi desenvolvido na Universidade Tohoku, do Japão, pelos pesquisadores Hiroshi Abe, Masayoshi Esahi e Tadayuki Matsuo (figura 5), que investi-



garam várias estruturas de IS FETs inorgânicos em relação à sensibilidade ao pH, entre as quais estavam incluídos os dielétricos de porta de dióxido e nitreto de silício, de óxido de alumínio, de alúmino-silicato e de sódio-alúmino-silicato. No fim, o material mais adequado e prático para medição de pH mostrou ser o óxido de alumínio.

### Outro sensor químico

Pesquisa similar está sendo levada na Escola Moore de Engenharia Elétrica, da Universidade da Pensilvânia. Ali os pesquisadores projetaram e montaram um dispositivo semicondutor quimicamente sensível, que opera como um diodo de porta controlada. O diodo controlado por íons (ou ICD, como foi chamado) está sendo proposto como uma alternativa ao ISFET, que costuma apresentar problemas de desvio a longo prazo, resultando inadequado para estruturas com múltiplos eletrodos. O ICD trabalha sob o princípio de que os diodos de porta controlada tornam-se limitados no tempo de transição em altas frequências (ou seja, os portadores que se movem na camada de inversão do diodo não podem permanecer em fase com o potencial aplicado de porta, nas altas frequências). Devido a essa limitação, a admitância de suprioridouro do ICD torna-se dispersiva, permitindo seu uso na medição das variações da tensão de porta (e, portanto, da variação da concentração iônica).

### Medindo a aceleração, também

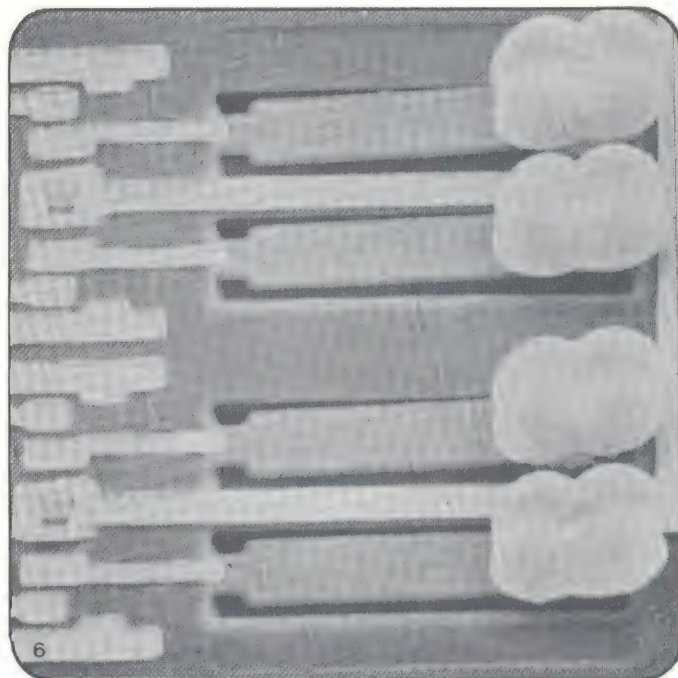
Os acelerômetros piezo-resistivos e piezoelétricos estão encontrando utilização numa grande variedade de aplicações, especialmente nas militares. No desenvolvimento, teste e monitoração de maquinaria e de várias estruturas, por exemplo, amplas respostas em frequência e amplitude do acelerômetro de silício, assim como seu tamanho reduzido, leveza e facilidade de utilização e instalação, são vantagens importantes quando se quer medir choques e vibrações.

Um dos mais perfeitos acelerômetros de silício foi lançado pela Signetics Corp., juntamente com a Diac Corp., sob contrato com a base da força aérea de Wright-Patterson, de Ohio. Esse acelerômetro, do tipo piezo-resistivo, é constituído por molas tipo barra e é decapado anisotropicamente, para se conseguir um controle preciso de seu formato. Como o silício exibe um coeficiente muito elevado de temperatura para resistência, que sobe juntamente com a temperatura, o dispositivo é encapsulado num ambiente controlado a 125°C, por meio de aquecedores autoreguláveis.

Um outro acelerômetro tipo barra, a semicondutor, foi desenvolvido pela IBM, com uma área duas vezes menor que qualquer outro acelerômetro existente (figura 6). Empregando circuitos de detecção existentes na própria pastilha e medindo apenas 0,61 mm de lado, o integrado sensor/detector opera através de uma variação de capacitância de 40 atofarads/g, ocasionada pela movimentação da barra submetida a forças de aceleração. Tais variações são captadas pelo circuito detector, cuja sensibilidade de 2 mV/g permite-lhe perceber valores de até 10 atofarads.

### Mais uma possibilidade: temperatura

De todos os fenômenos mensuráveis pelos sensores de silício, nenhum é mais difundido e menos sujeito à categorização que a temperatura. Durante os últimos anos, muitos dos fabricantes de semicondutores tem desenvolvido sensores de temperatura de silício, que, pelo seu baixo preço e precisão, linearidade e estabilidade elevadas, dispõem de uma combinação de características dificilmente encontrada em sistemas alternativos, tais como termopares, detectores termo-resistivos, termistores, sensores por espalhamento de resistência e chaveamento por tiristores. Ademais, em algumas aplicações, tanto a captação de pressão como a de temperatura podem ser implementadas na mes-



**Miniaturizado** — Este pequeno acelerômetro de silício, fabricado pela IBM, é pelo menos duas vezes menor, em sua área, que outros acelerômetros a semicondutor. Ele conta também com a eletrônica de detecção, tudo na mesma pastilha, apesar de medir apenas 0,6 mm de lado.

ma pastilha de silício, sem custo adicional.

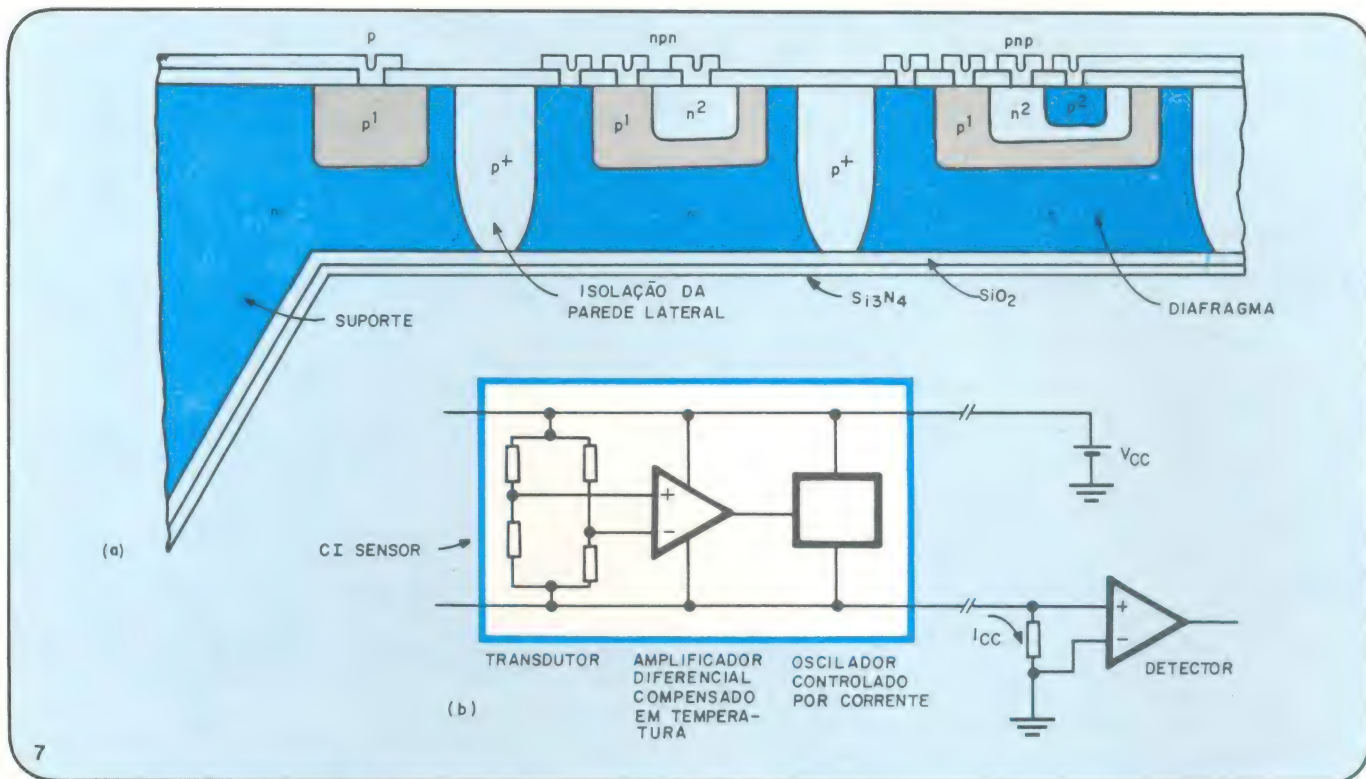
Entretanto, o coeficiente positivo de temperatura é útil somente até os 250°C, além do que não opera mais como um dispositivo linear. Mas algumas empresas, como a Texas, estão investigando a utilização do arseneto de gálio dopado com cromo, capaz de captar temperaturas até 500°C, graças ao seu coeficiente negativo de temperatura. O arseneto de gálio (GaAs), porém, não aceita facilmente a dopagem e seu comportamento ainda é duvidoso, ao longo das variações de tempo e temperatura.

Já é possível obter sensores de temperatura com precisões da ordem de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . A Motorola, por exemplo, está oferecendo seus modelos MTS102, 103 e 105, com possibilidade de casamento de até  $\pm 2^\circ\text{C}$  e linearidade de saída da ordem de  $\pm 1\%$ . Projetado tanto para aparelhos de consumo como para automóveis e sistemas industriais, não requerem a tediosa e demorada operação de recalibração, necessária em outros tipos de sensor, e podem ser encontrados nos encapsulamentos plásticos TO-92. Os três modelos oferecem precisões de  $\pm 2$ , 3 e 5  $^\circ\text{C}$ , respectivamente, ao longo de uma faixa de operação entre -40 e +150  $^\circ\text{C}$ .

Uma boa indicação da elevada linearidade dos sensores de temperatura a silício é a variação de 400 mV dos dispositivos MTS, dentro da faixa citada, de -40 a +150  $^\circ\text{C}$ . Na mesma faixa, em contraste, um termopar tipo K de cromel-alumel, produz uma variação de apenas 10 mV, no máximo, muito mais difícil de se amplificar com precisão e de se proteger do ruído.

Um dos mais recentes fornecedores do mercado de sensores de temperatura é a Intersil, que está oferecendo o transdutor AD590 como segundo fornecedor do sensor de mesmo nome fabricado pela Analog Devices. Ambos os sensores vem encapsulados nas embalagens tipo TO-52, proporcionando uma saída de  $1\mu\text{V}/^\circ\text{K}$ , que varia linearmente com a temperatura absoluta. São fabricados em duas versões: o AD590IH, com uma linearidade de 3°C, e o AD590MH, com uma linearidade de 0,3°C; ambos exibem uma resolução de 0,5°C ao longo de uma faixa de operação de -55 a +150°C. ►





**Mais integração** — Pesquisadores da Universidade de Michigan e da Força Aérea empregaram a estrutura bipolar de tripla difusão (a) para comprimir um sensor de pressão de silício junto aos circuitos de condicionamento de sinal (b), numa pastilha medindo menos de 1,2 mm de lado (fonte: IEEE).

### Em breve

Logo a Intersil lançará seus modelos ICL8073 e 8074 de sensores de temperatura, também encapsulados em TO-52, com saídas de  $1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$  e  $1 \mu\text{A}/^\circ\text{F}$ , respectivamente. Os dois operam entre  $-55$  e  $+125^\circ\text{C}$ , sem exigir ajuste, e podem ser acoplados a todos os conversores A/D produzidos pela firma. O primeiro será oferecido com precisões de 0,5, 1 e  $2^\circ\text{C}$ , com uma resolução de  $0,1^\circ\text{C}$ ; o outro, com precisões de 1, 2 e  $4^\circ\text{F}$  e resolução de  $0,2^\circ\text{F}$ .

Outro importante fabricante de sensores de temperatura de silício é a já citada Kulite Semiconductor Products. Suas série STQ e STH de sensores de silício difundido oferecem uma ampla faixa de operação, entre  $-46$  a  $+177^\circ\text{C}$ , e uma saída elevada, num encapsulamento de apenas  $5 \times 5 \times 1,6$  mm. Todos atuam numa configuração de ponte de Wheatstone, com os da série STQ exibindo uma saída de  $0,5 \text{ mV}/^\circ\text{F}$ , a uma linearidade de  $\pm 0,75\%$  de fundo de escala, e os da série STH,  $1,5 \text{ mV}/^\circ\text{F}$ , às custas de uma linearidade inferior --  $\pm 2\%$  de fundo de escala.

### Apoio auditivo

As aplicações biomédicas dos transdutores de estado sólido vão das mais comerciais às mais esotéricas. Uma das mais recentes aplicações desses sensores de baixo custo é o esfigmomanômetro (aparelho de tomar pressão) doméstico; os sensores LX0503, que toma pressão absoluta, e LX0603, que fornece leituras diferenciais, ambos da National, são ideais para tal aplicação, medindo pressões até 30 psi.

Enquanto isso, em laboratórios acadêmicos e industriais, os pesquisadores estão pondo sensores para trabalhar em dispositivos eletrônicos implantáveis no corpo humano. Tais sensores estão sendo projetados para medir pressão intracraniana, para fins neurocirúrgicos, pressão intra-uterina, para fins obstétricos, pressão respiratória e sanguínea, e até mesmo pressão líquida e gasosa nas cavidades urinárias e abdominal, como auxílio no diagnóstico

de doenças nessas áreas.

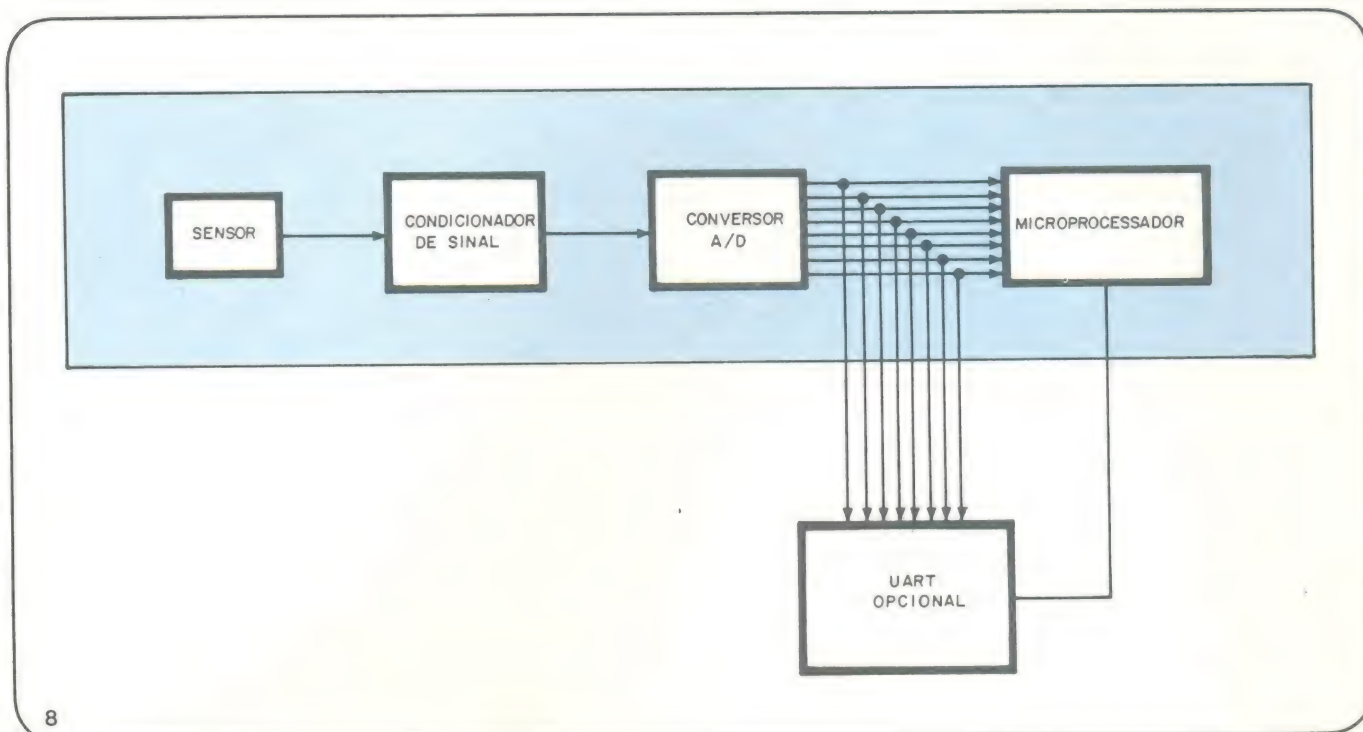
Um dos mais interessantes desenvolvimentos do Laboratório de Eletrônica de Stanford, da universidade do mesmo nome, na Califórnia, consiste de um sistema com múltiplos eletrodos e oito canais, implantável, feito com a tecnologia do tântalo sobre safira, e utilizado para converter os sinais acústicos em estimulação elétrica para os nervos auditivos; o objetivo do sistema é auxiliar os deficientes auditivos e os surdos. O conjunto monolítico atua como *interface* entre o sistema nervoso humano e outros circuitos eletrônicos implantáveis com fins auditivos.

Outro desenvolvimento na área biomédica é o sensor de pressão a silício implantável, contendo a eletrônica condicionadora de sinais numa única pastilha de 0,61 mm de lado (figura 7). Desenvolvido por John Borky e Kensall Wise, em sua 2ª geração o transdutor apresenta uma resolução de 1 mm de mercúrio ( $1 \text{ mm Hg} = 0,49115 \text{ psi}$ , a  $0^\circ\text{C}$ ) e sua linearidade é de 1%, ao longo de uma faixa de pressões de 0 a 250 mm Hg. O sensor, juntamente com seus circuitos condicionadores, dispensa componentes externos e pode ser ligado simplesmente através de um par de terminais. Vários deles podem ser introduzidos em um cateter com menos de 1,5 mm de diâmetro. Sua saída consiste de um sinal modulado em frequência e compensado em temperatura, que age analogamente à pressão aplicada.

### Uma aplicação ambiental

Ainda no Laboratório de Stanford, Stephen Terry, John Jerman e James Angell utilizaram os princípios da cromatografia a gás para inventar um sensor capaz de distinguir amostras de gases. O sensor consiste de uma válvula de injeção de amostras e de uma coluna capilar separadora, de 1,5 m de comprimento, fabricada fotolitograficamente e quimicamente decapada em espiral, sobre um substrato de silício. O sistema todo, portanto, cabe num bolso de paletó. Angell, professor e diretor associado do departamento de engenharia elétrica de Stanford, observa que a rapidez de





8

**Sensores inteligentes** — Nos projetos de integração de um sensor inteligente, adiciona-se o condicionamento de sinal, a conversão A/D e circuitos processadores. Um dispositivo tipo UART poderá conectar, opcionalmente, os circuitos do conversor A/D aos do microprocessador.

resposta do cromatógrafo a gás, numa análise, é aproximadamente proporcional à razão entre o volume e a área da coluna capilar. Ele e seus colegas, desse modo, decaparam uma longa ranhura em espiral, no silício, selando-as depois hermeticamente através de uma cobertura de pirex, criando um canal de 1,5 m de comprimento, com uma largura e uma profundidade de 200 e 30  $\mu$ m, respectivamente.

Os cromatógrafos a gás tradicionais, de capacidade equivalente, têm o tamanho aproximado de uma mesa. Além disso, o dispositivo de Stanford exhibe um tempo de resposta de análise de 3 a 4 segundos, contra 2 minutos dos tradicionais. “É um desenvolvimento realmente interessante”, explica Angell, “pois chegará o dia em que os trabalhadores de locais infestados por gases perigosos poderão carregar os analisadores fixados em suas lapelas e captar quase instantaneamente qualquer sinal de ar venenoso”. Outra aplicação óbvia para ele é um analisador de gases de escape de automóveis, a fim de detectar a presença de poluentes gasosos.

#### Em seguida, sensores inteligentes

Apesar do sensor monolítico ser considerado, atualmente, um componente externo quando utilizado junto a microprocessadores, essa condição poderá mudar. Devido particularmente à ênfase no desenvolvimento de sensores que possam ser acoplados a microprocessadores, os projetistas estão pensando seriamente num sensor inteligente, que possua uma unidade central de processamento na mesma pastilha de silício.

Integrar o sensor junto ao microprocessador, porém, oferece tanto benefícios como desvantagens, dependendo da aplicação. De acordo com Larry Rehn, engenheiro de desenvolvimento de sensores da Texas, o ambiente em que o sensor deve ficar nem sempre é adequado ao microprocessador; ele pode ser muito quente, úmido ou cáustico e, nesses casos, a combinação sensor/UCP é impraticável.

Por outro lado, separar o sensor do processador, especialmente através de linhas muito longas, é pedir problemas com ruído, para sinais de baixo nível. Assim, tudo de-

pende da aplicação em vista. A Texas é uma das firmas que está empreendendo vários programas envolvendo sensores inteligentes.

No caso de vários fabricantes de equipamentos, a disponibilidade de outros circuitos eletrônicos em seus próprios aparelhos geralmente elimina a necessidade de sensores inteligentes, pois eles podem utilizar um dispositivo sensor básico e efetuar o condicionamento de sinais e outras funções por intermédio dos próprios circuitos já existentes nos equipamentos.

Os principais elementos a serem considerados em uma maior integração de sensores são os circuitos condicionadores de sinal, o conversor A/D e o próprio microprocessador. O UART (receptor/transmissor universal assíncrono), para servir de *interface* entre o microprocessador e a saída de um conversor A/D, em uma outra localidade, é outro elemento a ser considerado (figura 8). Para o momento, porém, vários fabricantes de sensores estão empenhados no estágio seguinte — o de implementar circuitos condicionadores de sinal na mesma pastilha do sensor, ou, pelo menos, no mesmo encapsulamento.

Um dos fatores que inibe um pouco a maior integração do sensor é o custo. Se não for achado um mercado suficientemente amplo para ele, integrar um conversor A/D e um microprocessador juntamente com o sensor tornará o integrado ainda mais especializado, anulando suas vantagens de baixo custo. De qualquer forma, já existe alguma pesquisa em curso com a finalidade de integrar sensores e microprocessadores, visando eletrodomésticos, câmeras fotográficas, instrumentos biomédicos e automóveis.

© — Copyright Electronics International

tradução: Juliano Barsali



# "O MICROCOMPUTADOR AO NOSSO ALCANCE"

## CONTROLE DE TEMPERATURA AMBIENTE

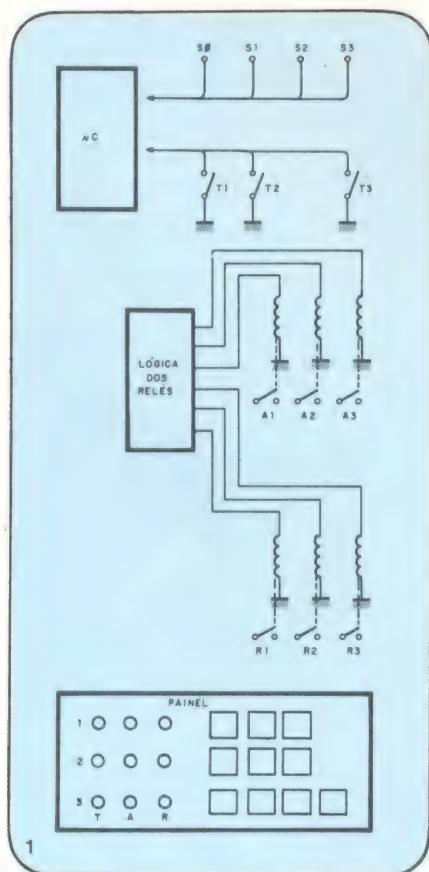
### PARTE I

BVM, Depto de Aplicações

Vimos no mês passado que o desenvolvimento de um projeto com microcomputadores para uso caseiro envolve apenas bom senso. Uma vez encontrada a finalidade do microcomputador, deve-se encarar com seriedade o projeto, pois do mesmo modo com que o mesmo facilita tudo quando bem trabalhado, pode dificultar ao máximo se o projeto for falho. Daremos, com um exemplo de aplicação simples, uma visão de todos os passos de um projeto desta natureza.

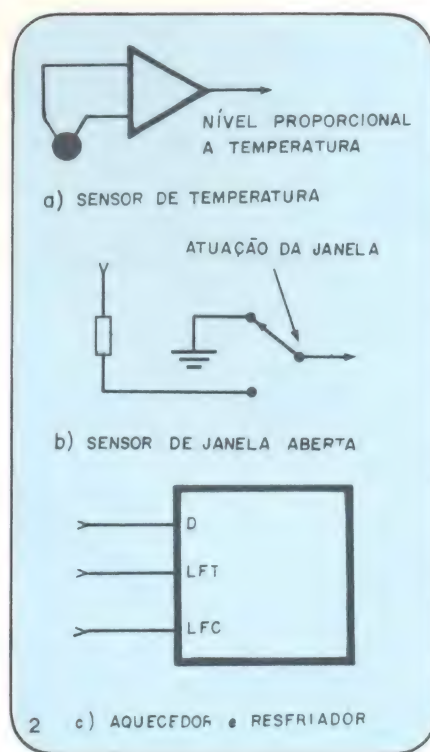
#### I — DEFINIÇÃO DO PROJETO

Conforme a fig. 1, desejamos controlar a temperatura ambiente de 3 salas de forma independente e programada. Dispomos para tal de um sensor de temperatura, um sensor de janela aberta, um aquecedor e um resfriador para cada sala. Também um sensor de temperatura externa é disponível.



Cada sensor de temperatura nos fornece um sinal analógico proporcional a sua temperatura. Os sensores de janela aberta enviam um sinal alto (1), caso a janela esteja aberta e baixo (0) caso esteja fechada. Tanto o aquecedor quanto o resfriador possuem dois pontos de trabalho, um forte para recuperação e um fraco para a manutenção da temperatura. Temos que enviar 3 sinais a saber: desligado, ligado forte, ligado fraco. Tais sinais serão digitalizados, ou seja, apresentados como níveis alto ou baixo (veja fig. 2).

Segue abaixo uma lista de atribuições a cargo do sistema:



1 — Manter a temperatura de todas as salas em torno de 23°C, da seguinte maneira: se a temperatura externa estiver entre 18°C e 28°C, a temperatura deverá ser 23°C; caso ultrapasse estes limites, ou seja, a temperatura externa caia para 17°C, a interna deverá ser 22°C, caso a mesma suba para 29°C, a temperatura interna deverá ser 24°C, e assim por diante, mantendo sempre uma diferença de 5 ° C .

2 — A partir das 17 horas e até às 18 horas (fim do expediente), a temperatura da sala deverá igualar-se à externa. A partir das 8 horas (início do expediente) até às 9 horas o sistema já deverá atender às condições do item 1.

A fig. 3 exemplifica as condições acima.

3 — Por motivo de economia de energia, das 18 horas até as 8 horas do dia seguinte os controles devem ser desligados, assim como aos sábados, domingos e feriados.

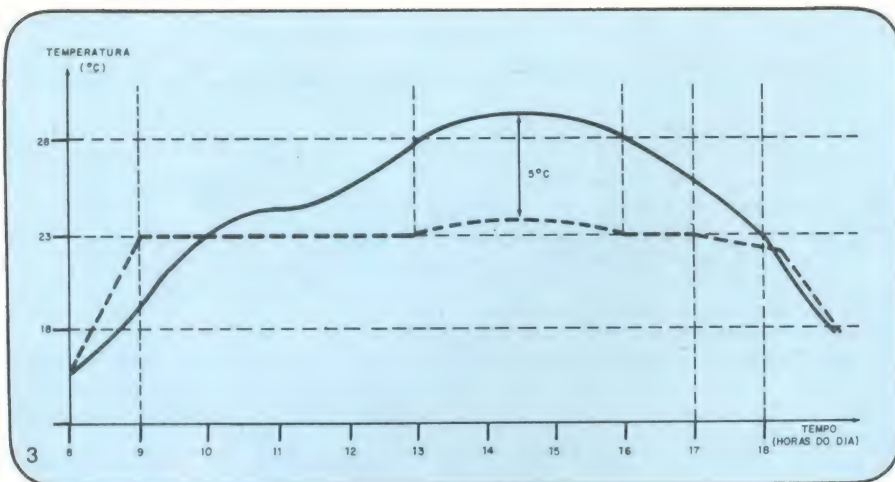
4 — Se a janela da sala for aberta por mais de 5 minutos o controle deve ser desligado.

5 — Programar a qualquer momento uma temperatura especial para qualquer sala. Por exemplo: às 13 horas fixar a temperatura em 19°C na sala 2.

6 — Alterar a qualquer momento os parâmetros do item 1.

7 — Emitir relatórios tais como:  
— Após análise das condições dos ambientes externo e interno, informar se o sistema de condicionamento tem condição de atender ao





**GRÁTIS!**

**CURSO DE CONFEÇÃO  
DE CIRCUITO IMPRESSO**

DURAÇÃO: 3 HORAS • DADOS NUM DIA SÓ  
APOSTILADO E C/ TAREFA PRÁTICA  
LOCAL: CENTRO DE S.P. (próx. Est. Rodov.)  
INF. E INSCR. TELS.: 247-5427 e 246-2996-SP  
Uma realização CETEISA

programa e, se atender, em quanto tempo.

- Fornecer o custo da energia elétrica gasta para tal controle.
- Fornecer o estado de cada sala (janelas abertas, temperatura, etc.).
- Avisar através de um sinalizador se aconteceu alguma falha, como, por ex.: perda do programa, sensores quebrados, aquecedor ou resfriador que não funcionam, etc.
- Tempo de manutenção.
- Fornecer dados estatísticos para eventual reprogramação.

8 — Soar alarmes, tais como:

- Janela aberta por mais de 5 minu-

tos;

- Falta de resposta por parte dos aquecedores ou resfriadores;
- Falta de energia elétrica;
- Detecção de falha do sistema;
- Fixação, por parte do programador, de uma temperatura indevida.

## II — ANÁLISE DO SISTEMA

Para tal projeto, utilizaremos o microcomputador FAST-1, cujas características descritas abaixo adaptam-se perfeitamente ao sistema (ver fig. 4). Baseado no 8085 A da INTEL, possui 1280 bytes de RAM (*Random Access Memory*) continua a 4 kBytes de EPROM disponíveis ao usuário. A

RAM deverá ser usada como área de trabalho e armazenamento de dados temporários do sistema. Em geral isto não ocupa mais que 100 ou 200 bytes, portanto podemos considerar que temos 1 kbyte de RAM sobrando para uma eventual modificação do sistema depois de instalado. O programa de controle deverá ser fixo e não volátil, já que o sistema deverá funcionar 24 horas por dia, embora os aquecedores e resfriadores não. Isto é importante, pois uma falha não poderá interromper o processamento e o sistema deverá ter condições de recuperar o andamento. O espaço de 4 kbytes de EPROM também é suficiente para esta aplicação. No FAST 1 existe o programa monitor que só será usado para inicializar o sistema, modificar a programação original e implementar novas rotinas.

Como E/S temos 22 linhas bidirecionais que transmitirão e receberão dados das interfaces. Fazem parte de

**DIGITAL CADA UM TEM UMA.  
MAS A NOSSA É MELHOR.  
PORQUE TEM UM ESTOQUE  
COMPLETO E VARIADO DE  
COMPONENTES ELETRÔNICOS  
E DOS KITS NOVA ELETRÔNICA.**



**Componentes Eletrônicos Ltda.**

Rua Conceição, 377/383 — Porto Alegre, RS  
Fone: (0512) 24-4175  
TELEX 0512708 DGTL BR





3 portas paralelas (duas de 8 e uma de 6 bits), sendo programada por *software* a função de entrada ou saída. Se necessário, podemos utilizar o conector de expansão para maiores possibilidades de E/S. Para qualquer *timing* do sistema temos um contador de 14 bits programável por *software*.

A capacidade de interrupção é total para a CPU do 8085 A, com exceção de RST 0,5,6 e 7, que são usados pelo monitor (em caso de necessidade, é possível modificar o monitor para dispor destes RSTs). Como entrada de dados temos um teclado de 20 teclas (definidas para o monitor como 0 a F, T — Terminador —, P — Próximo —, G — Geral — e R — Reset por *hardware* —). A saída é representada por 6 dígitos de 7 segmentos hexadecimais (0 a F) e 8 leds, todos operados via *software*.

Temos ainda implementado uma interface cassette para salvamento de programas especiais (os do item 5 das atribuições, por exemplo). Como aspectos gerais citamos *clock* de 1,3 MHz (não há necessidade da versão a cristal), fonte única de 5 V a 1,5 A, condições ambientais de operação entre 0°C e 60°C, umidade relativa do ar inferior a 95%, sem condensação.

### III — DIAGRAMA DE BLOCOS HARDWARE

De posse dos dados acima podemos elaborar o diagrama de blocos do sistema (ver figura 5). O gerador de 1 Hz será acoplado através de um pulso de interrupção e serve de referência de tempo para o sistema. O *software* deverá prover um contador de horas e dias para o devido controle das salas. A impressora será usada para a emissão dos relatórios. O cassete acopla-se diretamente ao FAST-1 e é comandado pelo monitor.

#### Formação das interfaces

Dispomos, para tratar dos sinais, de 22 linhas TTL. Vejamos as necessidades:

a) Interface dos alarmes — uma linha é suficiente:

linha 1 = 0 alarme desligado  
linha 1 = 1 alarme ligado

b) Interface dos aquecedores e interface dos resfriadores — 6 linhas serão usadas, sendo:

linha 2	linha 3	linha 4	função
1	0	0	desligado
0	1	0	ligado forte-LFT
0	0	1	ligado fraco-LFC

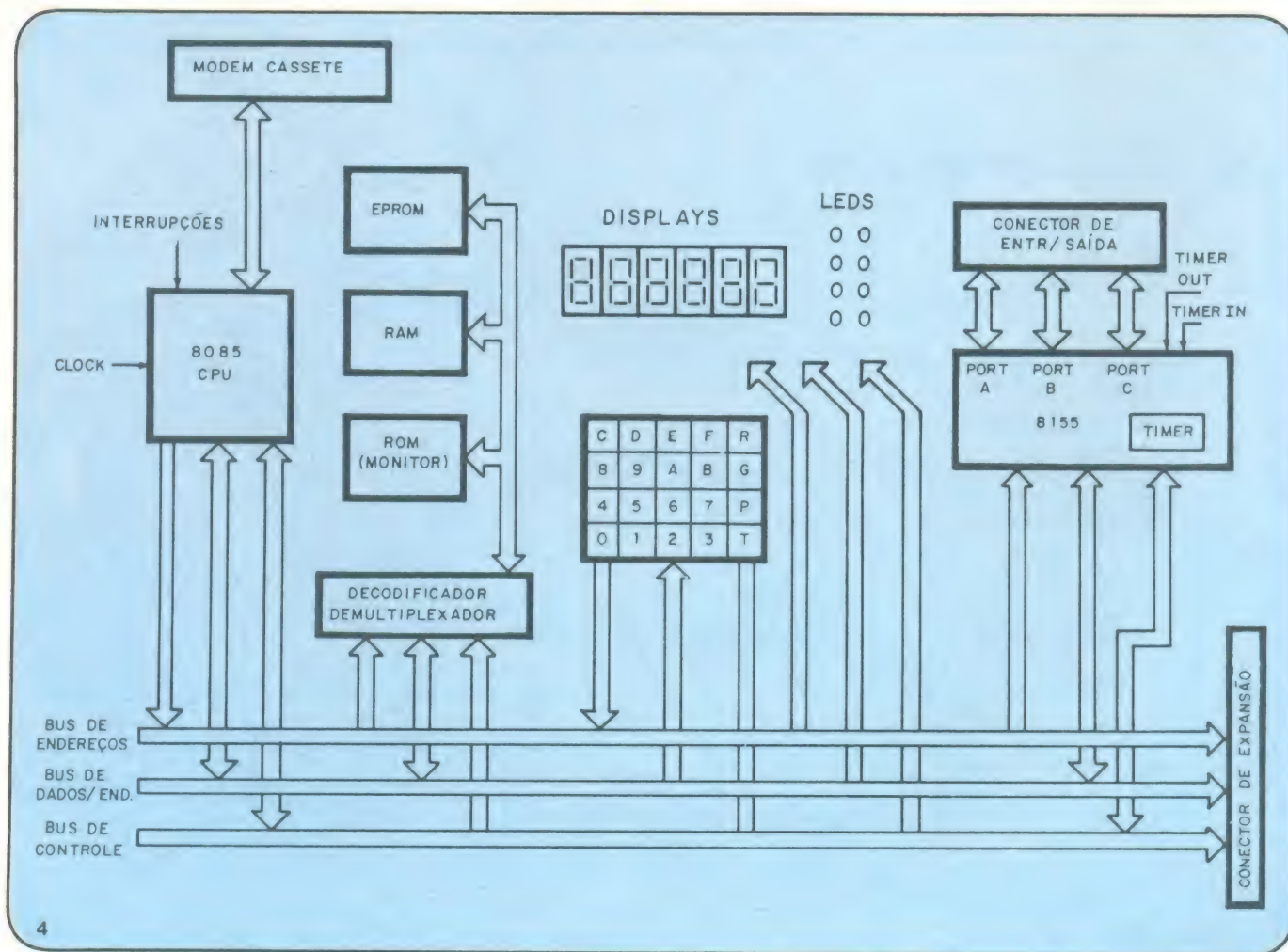
linha 5	linha 6	linha 7	selecionado
0	0	0	A1
0	0	1	A2
0	1	0	A3
0	1	1	R1
1	0	0	R2
1	0	1	R3
1	1	1	nenhum

As linhas 2, 3 e 4 determinam a função a executar e as linhas 5, 6 e 7 determinam qual equipamento deve receber as ordens.

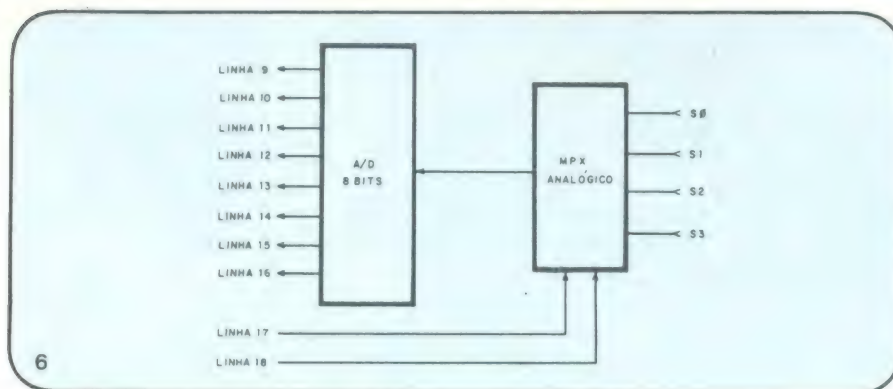
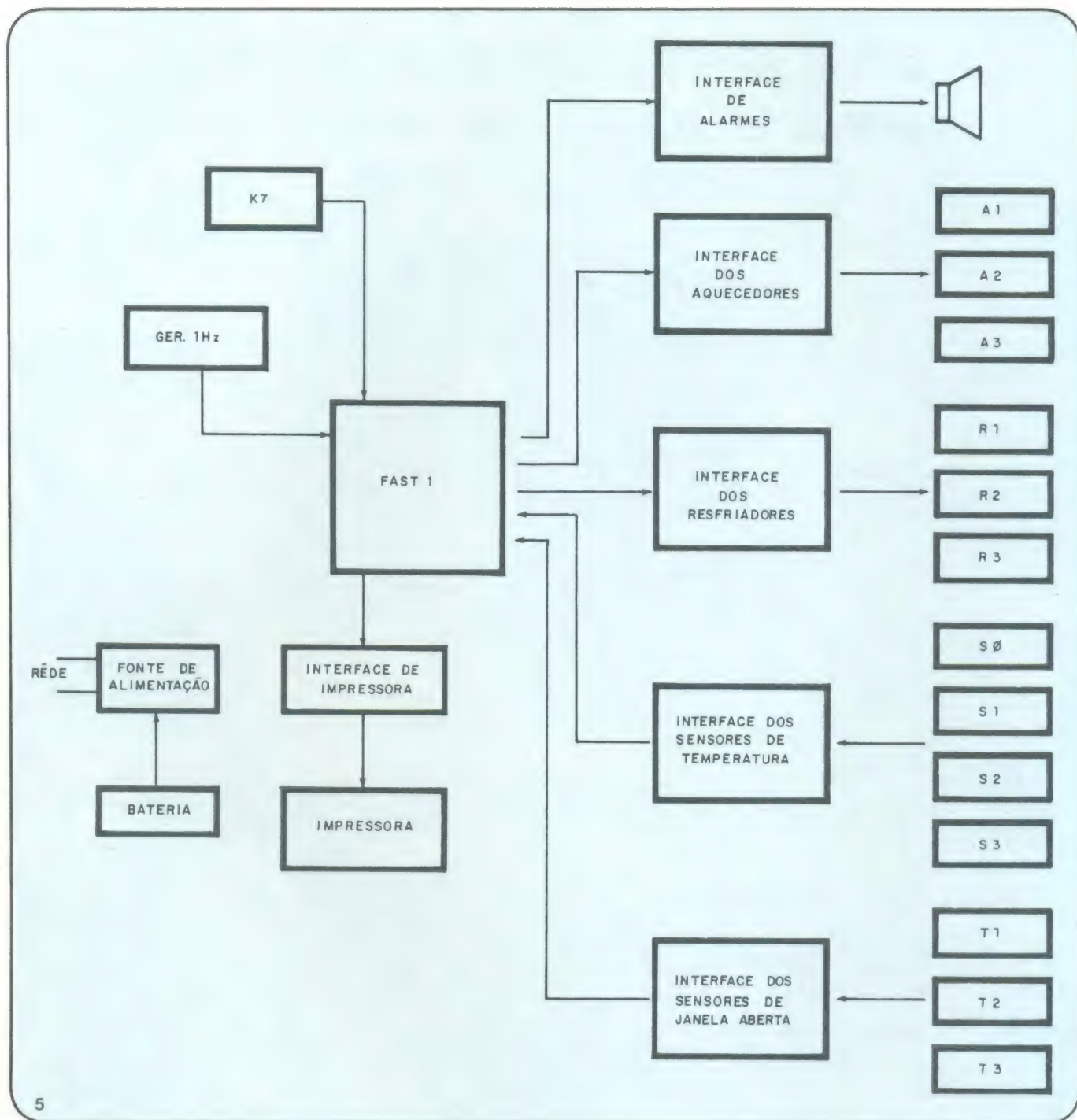
c) Interface dos sensores de temperatura:

Para tal usaremos 8 linhas que serão acopladas à saída de um conversor analógico/digital. Os 4 sensores serão multiplexados para esse conversor e endereçados por outras 2 linhas do FAST-1 (figura 6).

linha 17	linha 18	sensor selecionado
0	0	S0
0	1	S1
1	0	S2
1	1	S3







d) *Interface* dos sensores de janela aberta, 3 linhas:  
 linha 19 — T1  
 linha 20 — T2  
 linha 21 — T3

Como vimos, as linhas 8 e 22 não foram utilizadas, e poderão servir para alguma função especial no futuro.

O projeto de cada *interface* fica a critério do leitor, já que desejamos apenas mostrar a seqüência de desenvolvimento de um sistema a microcomputadores. Na segunda parte deste artigo será montado o software envolvido.



# MICROPROCESSADORES

## A COLETÂNEA DO AVANÇO

### 2ª parte — conclusão

Vamos encerrar este mês a lista de fabricantes e microprocessadores que havíamos iniciado no número anterior. Para obter o endereço de todos os produtores aqui citados e ainda ler um pequeno histórico sobre o microprocessador, consulte o n.º 47 de NE, nesta mesma seção.

fabricante e modelo	Intersil IM80C48 (8 bits)	IM80C41 (8 bits)	Mikros SOS/CMOS Machine (16 bits)	F8 (8 bits)	Mostek MK3870 (8 bits)
tecnologia empregada	CMOS	CMOS	SOS/CMOS	NMOS	NMOS
nº de pinos	40	40	48	40	40
tensões requeridas (V)	+5	+5	+5, +10	+5	+5, +10
dissipação da UCP (mW)	50 máx.	50 máx.	—	700(máx)	400(máx)
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	no CI	lógica discreta	no CI	no CI
interface memória	no CI	no CI	separado	estático ou dinâmico	no CI
memória RAM	no CI (64 x 8)	no CI (64 x 8)	separado	64 bytes no CI	rascunho 64 x 8 no CI
memória ROM	no CI (1k x 8)	no CI (1k x 8)	—	separado	2k x 8 no CI
memória PROM	no CI (1k x 8)	no CI (1k x 8)	—	separado	nenhuma
interface I/O	no CI	no CI	mapeado na memória	3861,3971	32 bits, 4 portas
outros componentes compatíveis	expansor IM82C43 I/O	expansor IM82C43 I/O	TTL Schottky	DMA, PIA, PSU, SMI, DMI	compatibilidade de software c/ F8/3870
sistema de protótipo	Intercept II, conceito 48	Intercept II, conceito 48	sim	SBD 50/70	Matrix, SDB 50/70, AIM 70, EMU 70, AIM 72
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	16	8	8
frequência de clock	6 MHz	6 MHz	4 MHz	2 MHz	4 MHz
nº de fases por ciclo	15	15	3	1	1
nº de instruções	90	90	78	70	70
nº de palavras de instruções diretamente endereçáveis	4 k	1 k	32 k	64 k	2048
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	16	8	8

fabricante e modelo	Mostek MK3872 (8 bits)	MK3873 (8 bits)	Mostek MK3874 (8 bits)	MK9876 (8 bits)	MK3880 (8 bits)
tecnologia empregada	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS
nº de pinos	40	40	40	40	40
tensões requeridas (V)	+5	+5	+5	+5	+5
dissipação de UCP (mW)	440(máx)	—	—	440(máx)	1400(máx)
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	no CI	no CI	no CI	TTL padrão
interface memória	no CI	no CI	no CI	no CI	estática e dinâmica
memória RAM	no CI (128 bytes)	no CI (64 x 8)	no CI (128 bytes)	no CI (128 bytes)	padrão
memória ROM	no CI (4032 x 8)	no CI (2k x 8)	nenhuma	no CI (2048 bytes)	padrão
memória PROM	nenhuma	nenhuma	1k, 2k, 4k	padrão nenhuma	padrão
interface I/O	32 bits, 4 portas no CI	32 bits, 4 portas no CI	32 bits, 4 portas no CI	32 bits, 4 portas no CI	padrão
outros componentes compatíveis	fam. F8/3870 no "soft"	fam. F8/3870 no "soft"	2516/32,2716/32/58	fam. F8/3870 em "soft"	I/O série e paralelo, DMA
sistema de protótipo	Matrix, AIM 72, SDB-50/73,70, EMU-72/70	Matrix, AIM SDB-50/EMU-73	Matrix, SDB-50/70, AIM-72	Matrix, SDB-50/70, AIM-72, EMU-72	Matrix
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	8	8	8
frequência de clock	4 MHz	4 MHz	4 MHz	4 MHz	2,5/4 MHz
nº de fases p/ ciclo	1	1	1	1	1
nº de instruções	70	70	70	70	158
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	4032	2048	até 4032	2048	64 k
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	8	8	8



fabricante e modelo	Motorola			National Semiconductor	
	família 2900 (4 bits)	6800 (8 bits)	família 10800 (4 bits)	INS8048 (8 bits)	INS8049 (8 bits)
tecnologia empregada	TTL LS	NMOS	ECL	XMOS	XMOS
nº de pinos	40	40	48	40	40
tensões requeridas (V)	+5	+5	-2/-5,2	+5	+5
dissipação de UCP(mW)	1470	600	1400	325 43 (repouso)	350 43 (repouso)
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	—	MC6870A/MC6871A	MC1082	no CI	no CI
interface memória	2905/06/07 2915/16/17	desnecessária	MC1083	no CI *	no CI
memória RAM	93415	MCM6804/05/10	MCM10140	64 bytes no CI	128 bytes
memória ROM	MCM7640, MCM7642	MCM6830/32, MCM68308/17	—	1 k no CI	2 k
memória PROM	—	—	MCM10149, MCM10139	referência fora do CI	referência fora do CI
interface I/O	—	MC6820/50	MCM10804/5, MCM 10806/7	27 pinos no CI (ampliável)	27 pinos do CI (ampliável)
outros componentes compatíveis	controle microprograma MC2909/11	MC6820/50/52/60/62, MC6880, MPQ6842	controle microprograma MC10801	periféricos Microbus (INS 8243 I/O)	
sistema de protótipo	MACE29/800	Exorciser, mód. aval. M6800B, kit MEK 6800D1	MACE 29/800	Starplex, ISE 8048	
tamanho da palavra de dados (bits)	4	8	4	8	8
frequência de clock	9,5 MHz	1 MHz	até 12,5 MHz	6/11 MHz	16/11 MHz
nº de fases p/ ciclo	variável	2	variável	15	15
nº de instruções	ilimitado	72	ilimitado	96	96
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	variável	até 64 k	variável	4 k	4 k
tamanho da palavra de I/O (bits)	incrementos de 4	8	incrementos de 4	8	8

fabricante e modelo	National Semiconductor				
	INS 8050 (8 bits)	INS 8080A (8 bits)	INS 8070 (8 bits)	INS 8072 (8 bits)	INS 8073 (8 bits)
tecnologia empregada	XMOS	NMOS	XMOS	XMOS	XMOS
nº de pinos	40	40	40	40	40
tensões requeridas (V)	+5	+12, +5, -5	+5	+5	+5
dissipação de UCP(mW)	375 43 (repouso)	780	500	500	500
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	8224/8	no CI	no CI	no CI
interface memória	no CI	no buffer de ender. do CI	64k máx.	64k máx.	64k máx.
memória RAM	256	65k separados	64 bytes no CI	64 bytes no CI	64 bytes no CI
memória ROM	4 k	separada	externa	2,5kbytes no CI	interna
memória PROM	referência fora do CI	separada		referência fora do CI	
interface I/O	27 pinos no CI (ampliável)	separada ampliável)		5 bits (ampliável)	
outros componentes compatíveis	periféricos MICROBUS (ampliável c/ I/O INS8243)		periféricos MICROBUS		
sistema de protótipo	Starplex, ISE 8048	Starplex	Starplex, ISE 8070		
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	8,16	8,16	8,16
frequência de clock	6 MHz	3 MHz	4 MHz	4 MHz	4 MHz
nº de fases p/ ciclo	15	2	4	4	4
nº de instruções	96	111	192	192	192
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	4 k	64 k	64 k bytes	64 k bytes	64 k bytes
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	8	8	8

fabricante e modelo	National Semiconductor				
	NSC 800 (8 bits)	INS 8060 (8 bits)	NS 16032 (16/32 bits)	NS 16016 (16 bits)	NS 16008 (16 bits)
tecnologia empregada	P2CMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS
nº de pinos	40	40	48	40	40
tensões requeridas (V)	+3 a +12	+5	+5	+5	+5
dissipação de UCP(mW)	50	250	1300	1000	1000
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	no CI	clock separado	clock separado	clock separado
interface memória	no CI	no CI	no CI	no CI	no CI
memória RAM	NSC 810	referência fora do CI	em separado	em separado	em separado
memória ROM	NSC 830	referência fora do CI	em separado	em separado	em separado
memória PROM	—	referência fora do CI	em separado	em separado	em separado
interface I/O	NSC810/30	no I/O do CI	em separado	em separado	em separado
outros componentes compatíveis	MM 74PC00/02/04/ 08/32/74/138 MM 82PC12/08		NS 1681/82 NS16202/03	NS 16081/82 NS 16202/03	NS 16081/82 NS 16202/03



sistema de protótipo	Starplex	UDS e LCDS	Starplex	Starplex	Starplex
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	32	16	16
frequência de clock	2.5 ou 4 MHz	4 MHz	—	—	—
nº de fases p/ ciclo	3	4	—	—	—
nº de instruções	158	46	86	86	86
nº de palavras de instruções diretamente endereçáveis	64k	64 kbytes	8M	32K	32K
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	16	16	8

fabricante e modelo	µPD8048/6748/8035 (8 bits)	µPD8049/8039 (8 bits)	NEC Microcomputers µPD8080AF (8 bits)	µPD8085A (8 bits)	família µCOM-4 (4 bits)
tecnologia empregada	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	PMOS/CMOS
nº de pinos	40	40	40	40	28 ou 42
tensões requeridas (V)	+ 5	+ 5	+ 12, + 5, -5	+ 5	+ 5
dissipação de UCP(mW)	675	750(máx)	910(máx)	1500	300
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	no CI	padrão	no CI	no CI
interface memória	no CI	no CI	padrão	padrão	desnecessário
memória RAM	no CI(64 x 8)	no CI	padrão	padrão (µPD8155/56)	no CI
memória ROM	no CI(1k x 8) só no 8748	no CI	padrão	padrão µA8755A	no CI
memória PROM	no CI só no 8748	—	padrão	padrão µ8755A	—
interface I/O	padrão	padrão	padrão	padrão	no CI
outros componentes compatíveis	µPD8243/8155/ 8355	µPD8243/8155/ 8355	DMA, UART, USART diskette	µPD8155/56, µPD8355/8755A	nenhum
sistema de protótipo	PDA-80	PDA-80	PDA-80	PDA-80	PDA-80
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	8	8	4
frequência de clock	1-6 MHz(ext)	6 MHz(1 MHz)	1,25/3 MHz	6 MHz(ext)	400 kHz
nº de fases p/ ciclo	1	1	2	2	4
nº de instruções	96	96	78	80	80
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	4k	4k	64k	64k	1920/2000/1000/640
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	8	8	4

fabricante e modelo	µPD2901A (4 bits)	NEC Microcomputers µPD780 (8 bits)	µPD8021 (8 bits)	Pro-Log processador 7801(8085) (8 bits)	processador 7802(8080) (8 bits)
tecnologia empregada	TTL Schottky	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS
nº de pinos	40	40	28	56	56
tensões requeridas (V)	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5
dissipação da UCP (mW)	1400 (máx)	1500 (max)	300 (max)	8,9 W (placa)	10,5 W (placa)
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	ext. padrão	padrão	no CI	na placa	na placa
interface memória	µPD2905/6/7	padrão	no CI	—	—
memória RAM	padrão	padrão	no CI	1k + previsão p/ 4k	1k + previsão p/ 4k
memória ROM	padrão	padrão	no CI	—	—
memória PROM	padrão	padrão	—	em separado	em separado
interface I/O	µPD2905/6/7	padrão	padrão	em separado	em separado
outros componentes compatíveis	diversos; consultar	firma	µPD8243	memória, I/O e placas interface	memória, I/O e placas interface
sistema de protótipo	não	PDA-80	PDA-80	PS1A	não
tamanho da palavra de dados (bits)	4	8	8	8	8
frequência de clock	8 MHz	2,5/4 MHz	3 MHz	3,125 MHz	1 MHz
nº de fases p/ ciclo	1	—	1	4 a 18	2 a 12
nº de instruções	variável	158	64	78	72
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	variável	64k	1k	limitado pela memória (65k)	limitado pela memória (65k)
tamanho da palavra de I/O (bits)	variável	8	8	8	8

fabricante e modelo	Pro-Log processador 7803(280) (8 bits)	Raytheon AM2901A (4 bits)	PP5-4/1, MM76E (4 bits)	PP5-4/1, MM76EL (4 bits)	Rockwell PP5-4/1, MM77 (4 bits)
tecnologia empregada	NMOS	TTL Schottky	PMOS	PMOS	PMOS
nº de pinos	56	40	42	40	42
tensões requeridas (V)	+ 5	+ 5	-15	-6,5 a -11	-15
dissipação da UCP(mW)	9,5W(placa)	900	125	15	125



disponibilidade de  
componentes compatíveis

clock	no CI	TTL padrão	no CI	no CI	no CI
interface memória	—	—	no CI	no CI	no CI
memória RAM	1k + previsão p/ 4k	16 pal. no CI	no CI (48 x 4)	no CI (48 x 4)	no CI (96 x 4)
memória ROM	—	—	no CI (1024 x 8)	no CI (1024 x 8)	no CI (1344 x 8)
memória PROM	em separado	série 29600	—	—	—
interface I/O	em separado	2905/06/07/15/16/17	no CI (31 pinos)	no CI (31 pinos)	no CI (31 pinos)
outros componentes compatíveis	memória, I/O interface	2902/09/11/18/693	—	—	—
sistema de protótipo	PS3A	não	XPO-1, sistema 65 e CI emulador		
tamanho da palavra de dados (bits)	8	qualquer, em incrm. 4 bits	4	4	4
frequência de clock	2,5 MHz	5 MHz	100 kHz	120 kHz	100 kHz
nº de fases p/ ciclo	4 a 23	1	4	4	4
nº de instruções	158	microprogramável	50	50	50
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	limitado	variável	1024	1024	1344
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	variável	4	4	4

fabricante e modelo	PPS-8/2 (8 bits)	Rockwell PPS-4/1, MM75 (4 bits)	PPS-4/1, MM76 (4 bits)	R6500/1 (8 bits)	PP5-4/1, MM78 (4 bits)
tecnologia empregada	PMOS	PMOS	PMOS	NMOS	PMOS
nº de pinos	42	28	42	40	42
tensões requeridas (V)	17 (ou +5,-12)	15	15	+5	-15
dissipação da UCP(mW)	140	125	125	500	125
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	no CI	no CI	no CI	no CI	no CI
interface memória	no CI	no CI	no CI	no CI	no CI
memória RAM	64 x 8, no 2º CI	no CI (48 x 8)	no CI (48 x 8)	no CI (64 x 8)	no CI (128 x 4)
memória ROM	2k, no 2º CI	no CI (640 x 8)	no CI (640 x 8)	no CI (2048 x 8)	no CI (2048 x 8)
memória PROM	em separado	—	—	—	—
interface I/O	2 para 8 bits	no CI (22 pinos)	no CI (31 pinos)	no CI (34 pinos)	no CI (31 pinos)
outros componentes compatíveis	perif. da barra são inteligentes	—	—	família R6500	—
sistema de protótipo	PPS-MP	CI emulador, XPO-1 e Sistema 65			
tamanho da palavra de dados (bits)	8	4	4	8	4
frequência de clock	300 kHz	100 kHz	100 kHz	1 ou 2 MHz	100 kHz
nº de fases p/ ciclo	4	4	4	2	4
nº de instruções	109	50	50	56 + 13 modos de endereçam.	50
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	16k	640	640	2048	2048
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	4	4	8	4

fabricante e modelo	PPS-4 (4 bits)	Rockwell PPS-4/2 (4 bits)	PPS-8 (8 bits)	R6502 (8 bits)	MM78L (4 bits)
tecnologia empregada	PMOS	PMOS	PMOS	NMOS	PMOS
nº de pinos	42	42	42	40	40
tensões requeridas (V)	17 (ou +5,-12)	17 (ou +5,-12)	17 (ou +5,-12)	+5	-6,5 a -11
dissipação da UCP(mW)	230	400	400	575	15 (típico)
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	padrão(10706)	padrão(no CI)	padrão(10706)	no CI	no CI
interface memória	desnecessário	desnecessário	desnecessário	no CI	no CI
memória RAM	padrão(256 x 4)	(256 x 4)	padrão(256 x 4)	em separado	no CI(128 x 4)
memória ROM	padrão (16 kbits)	2k x 8	padrão(16k)	em separado	no CI(2048 x 8)
memória PROM	opcional	opcional	opcional	em separado	—
interface I/O	padrão	16 portas I/O bidirecionais	padrão	não	no CI (31 pinos)
outros componentes compatíveis	controladores de periféricos da barra são inteligentes			toda a família 6500	
sistema de protótipo	Placa Avaliadora e Assembler			sistema 65, AIM-65	CI Emulador.SP0-1 e Sistema 65
tamanho da palavra de dados (bits)	4	4	8	8	4
frequência de clock	200 kHz	200 kHz	256 kHz	1 ou 2 MHz	100 kHz
nº de fases p/ ciclo	4	4	4	2	4
nº de instruções	50	50	109	56 + 13 modos de endereçamento	50
nº de palavras de instrução diretamente endereçáveis	4k	4k	16k	65k	2048
tamanho da palavra de I/O (bits)	4	4	8	8	4



fabricante e modelo	Signetics				
	2650A/50A-1 (8 bits)	3002 (2 bits)	8021 (8 bits)	8048 (8 bits)	8080A (8 bits)
tecnologia empregada	NMOS	Schottky bipolar	NMOS	NMOS	NMOS
n° de pinos	40	28	28	40	40
tensões requeridas (V)	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	5, + 12, 5
dissipação da UCP(mW)	500	760	1000	1500	800
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	padrão	padrão	no CI	no CI	8224
interface memória	padrão	padrão	não	no CI	em separado
memória RAM	padrão	padrão	no CI (64 bytes)	no CI (64 bytes)	em separado; todos padrão
memória ROM	padrão	padrão	no CI (1 kbyte)	no CI (1 kbyte)	em separado; todos padrão
memória PROM	padrão	padrão	não	no CI (1 kbyte)	em separado; todos padrão
interface I/O	padrão	padrão	no CI (21 linhas)	no CI (27 linhas)	em separado; todos padrão
outros componentes compatíveis	vários à disposição	3001, 8X02	expansor de de I/O 8243	expansor de I/O 8243	séries
sistema de protótipo	TWIN	não	—	—	vários
tamanho da palavra de dados (bits)	8	2	8	8	8, 15
frequência de clock	até 2 MHz	3 a 7 MHz	3 MHz	6 MHz	2 MHz
n° de fases p/ ciclo	3	1	1	2	2
n° de instruções	75	40	64	96	111
n° de palavras de instrução diretamente endereçáveis	32k	variável	1k	4k	64k
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	2	1/8	1/8	8

fabricante e modelo	Signetics 8 x 300 (8 bits)	Synertek serie SY6500 (8 bits)	Texas Instruments		
			74LS481 (4 bits)	TMS 9940 (16 bits)	TMS 9980 (16 bits)
tecnologia empregada	Schottky bipolar	NMOS	bipolar	NMOS	NMOS
n° de pinos	50	28 ou 40	48	40	40
tensões requeridas (V)	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5, + 12
dissipação da UCP(mW)	1500	250	1100, 1725	750	750
disponibilidade de componentes compatíveis					
clock	requer cristal externo	no CI	em separado	no CI	no CI
interface memória	no CI	padrão	compat. C/TTL	no CI	no CI
memória RAM	8 registradores de aplic. geral	padrão, 6530 ou 6532	em separado	no CI	em separado
memória ROM	em separado	padrão, 6530	em separado	no TMS9940N	em separado
memória PROM	em separado	—	em separado	no TMS9940E	em separado
interface I/O	em separado	6520/21/22	no CI	no CI	em separado
outros componentes compatíveis	todos dispositivos TTL	6551, 6545	74S182, 74S482 todos os Schottky	—	—
sistema de protótipo	MCSiM, Monitor	SYM-1	não	FS990	com AMPL
tamanho da palavra de dados (bits)	8	8	4	16	16
frequência de clock	4 MHz	1, 2, 3, 4 MHz	8 ou 10 MHz	5 MHz	2, 5 MHz
n° de fases p/ ciclo	4	2	1	1	4
n° de instruções	8 classe gerais	56	definido pelo usuário	68	69
n° de palavras de instrução diretamente endereçáveis	8k	64k	—	32k	32k
tamanho da palavra de I/O (bits)	8	8	2 portas de 4 bits	256	2048

fabricante e modelo	SBP9900 (16 bits)	Texas Instruments		Zilog Z80A/Z80B (8 bits)
		TMS 9900 (16 bits)	familia TMS 1000 (4 bits)	
tecnologia empregada	i <sup>2</sup> L bipolar	NMOS	PMOS	NMOS, portas Si
n° de pinos	64	64	28 ou 40	40
tensões requeridas (V)	1 (fonte corrente)	+ 12, + 3, 5	-15 ou + 15	+ 5
dissipação da UCP(mW)	100	1200	90	1000
disponibilidade de componentes compatíveis				
clock	em separado	padrão	padrão	em separado
interface memória	no CI	desnecessário	não utilizado	no CI
memória RAM	em separado	TMS4050/60/36/39/42	256/512 bits por CI	Z6104, Z6116
memória ROM	em separado	TMS4700	8192/16384 no CI	em separado
memória PROM	em separado	745473	não utilizada	em separado
interface I/O	em separado	TTL padrão	TTL padrão	em separado
outros componentes compatíveis	SBP9960/9961 e TTL padrão	9901/02/03/04	nenhum	PIO, interface para- lelo, CTC, DMA, I/O seriado
sistema de protótipo	990/4	990/4	SE-2(Avaliador) HE-2(Emulador)	Z80
tamanho da palavra de dados (bits)	16	16	4	8
frequência de clock	3 MHz	3 MHz	400 kHz	2, 5/4/6 MHz
n° de fases p/ ciclo	1	4	1	1
n° de instruções	69	69	43	158
n° de palavras de instrução diretamente endereçáveis	32k	32k	1024 ou 2048	64 kbytes
tamanho da palavra de I/O (bits)	4096	4096	4 dentro, 5 fora	8



# PRÁTICA EM TÉCNICAS DIGITAIS

## 26ª Lição

### Os Computadores Digitais

O curso de técnicas digitais só poderia culminar no computador. O grande mito da Eletrônica atual, o "cérebro eletrônico", como algum tempo atrás era muito usual chamá-lo. Por enquanto apenas uma máquina a serviço do homem. Muito sofisticada e cada vez mais complexa, é verdade, mas ainda bem longe de ameaçar a supremacia da mente humana, ao contrário do que muita gente crê.

Divagação filosófica não é bem o nosso campo. Pé no chão, vamos encará-lo como mais um item do programa de aprendizagem sobre técnica digital. Com o conhecimento acumulado ao longo deste curso, você está plenamente capacitado para dominar o computador digital.

A maior aplicação para os circuitos digitais nos dias de hoje está nos computadores digitais. Os circuitos digitais foram originalmente desenvolvidos como um meio de implementação de computadores digitais. Com o desenvolvimento constante de novas técnicas e circuitos, o desempenho dos computadores só tem melhorado. O grande impacto na arrancada dos computadores digitais foi o advento dos circuitos integrados. Os CIs possibilitaram a grande redução no tamanho e no custo dos computadores digitais e os têm tornado cada vez mais poderosos. Através dos anos, os computadores vêm diminuindo continuamente no preço. Seu tamanho e consumo de energia, do mesmo modo, também diminuiu significativamente. Ao mesmo tempo, sua *performance* e sofisticação tem crescido, tornando-os práticos numa faixa cada vez maior de aplicações.

Os recentes avanços tecnológicos nas técnicas de semicondutores têm criado um produto digital único. A integração em larga escala dos circuitos integrados permitiu aos fabricantes de semicondutores colocar todo um







computador digital numa única pastilha de silício. Estes computadores são conhecidos como microprocessadores. Normalmente, imaginamos os circuitos integrados digitais como sendo as portas e flip-flops usados para implementar um computador. Agora, o computador por si mesmo é um simples circuito integrado. Mas, a capacidade deste dispositivo é enorme e em muitas aplicações ele pode substituir sozinho centenas de circuitos SSI e MSI. Este significativo progresso deverá alargar ainda mais as aplicações dos computadores digitais. Mais do que isso, irá ampliar a sofisticação e as capacidades dos equipamentos eletrônicos que se valem deles.

Os computadores digitais de hoje (microprocessadores) são parte das técnicas digitais e projetos digitais como qualquer dos circuitos menores e mais simples. Embora seja impossível cobrir todos os aspectos deste excitante campo em nosso curso, faremos o que se pode considerar uma introdução ao computador digital e às técnicas específicas para aplicá-los na implementação dos sistemas digitais. Nosso primeiro ponto será o microprocessador e sua capacidade para substituir sistemas lógicos de controle convencionais.

### O que é um computador digital?

Um computador digital é uma máquina eletrônica que processa dados automaticamente utilizando-se de técnicas digitais. Os dados são quaisquer informações como números, letras, palavras ou mesmo sentenças completas e parágrafos. O processamento é um termo genérico que se refere a uma variedade de meios de manipulação dos dados. O computador processa os dados desempenhando opera-

ções aritméticas com eles, editando-os e classificando-os, ou avaliando suas características e tomando decisões neles baseado. Além de sua capacidade para manipular dados de vários modos, o computador contém uma extensa memória na qual os mesmos podem ser guardados. A característica principal de um computador digital é sua capacidade de processar os dados automaticamente, sem intervenção do operador.

A maneira como os dados são manipulados é determinada por um conjunto de instruções contido dentro da máquina. Estas instruções formam um programa, que diz ao computador exatamente como operar as informações. As instruções são executadas sequencialmente para levar a cabo as manipulações desejadas. A maioria

dos computadores são de aplicações gerais, nos quais as instruções podem ser montadas em uma infinidade de programas de aplicações. Cada computador possui um conjunto específico de instruções. Estas instruções são então colocadas na sequência apropriada para desempenhar os cálculos ou operações necessárias. O processo de escrever a sequência desejada de instruções é chamado de programação.

### Como se classificam os computadores

Há muitos tipos diferentes de computadores digitais e vários meios pelos quais eles podem ser classificados. Um método de classificação de computadores é pelo tamanho e capacidade de computação. Há um largo espectro cobrindo todos os tipos de computadores. Numa das extremidades do espectro estão os computadores de larga escala, com extensa memória e capacidade de cálculo em alta velocidade. Estas máquinas podem processar grandes volumes de dados num curto período de tempo e de qualquer modo que se deseje. No outro extremo do espectro estão os de pequena escala, computadores digitais de baixo custo, como o microprocessador, cuja aplicação e poder de computação é mais limitado.

Os computadores são também classificados pela função ou aplicações. O computador digital mais conhecido é o processador eletrônico de dados que é usado na indústria, organizações do governo, instituições financeiras, para manutenção de arquivos, estoques, contabilidade e uma grande variedade de outras funções de processamento de dados. Depois,







existem os computadores científicos e de engenharia, que são usados principalmente para resolver problemas matemáticos. Estes aceleram e simplificam enormemente os cálculos de complexas e difíceis questões científicas e de engenharia.

Outro meio de classificar os computadores digitais é: de aplicações gerais ou de aplicação especial. As máquinas de aplicação geral são projeta-

das para serem flexíveis tanto quanto possível. Isto quer dizer que podem ser programadas virtualmente para qualquer aplicação. Os computadores de aplicação específica, por outro lado, podem levar a cabo apenas uma única função. Os computadores gerais com um programa fixo tornam-se também computadores especiais.

A grande parte dos computadores digitais são do tipo de aplicações ge-

rais. A maioria apresenta conjuntos de instruções versáteis que lhes permitem ser programados para desempenhar quase todas as operações. Com o programa adequado, um computador de propósito geral pode realizar funções de processamento comercial, cálculos matemáticos e científicos, ou funções de controle industrial.

Os computadores mais amplamente utilizados são as máquinas de pequena escala. Estes incluem o minicomputador, o microcomputador, as calculadoras programáveis e o microprocessador. Embora todas estas máquinas de pequena escala juntas façam menos de 10% do investimento em computadores, elas representam mais de 95% do volume total de unidades. Os sistemas de computadores de pequena escala são de preço bastante reduzido e estão dentro do alcance de um número cada vez maior de consumidores. Hoje, um sistema completo de computador pode ser encontrado, nos Estados Unidos, por um preço inferior ao de um automóvel novo. Os microprocessadores e calculadoras são ainda mais baratos. Existem milhares e milhares de pequenos computadores em uso atualmente.

**Os minicomputadores** — O maior de todos os tipos de computadores pequenos é o minicomputador. Um minicomputador é um computador digital

## DIGITEMPO: o relógio digital de mesa que alia um formato compacto e elegante a um grande display.

- Aceita rede de 110 ou 220 V.
- Montagem simples! Utiliza o módulo MA 1023 A.
- Números de 18 mm de altura.
- Três opções de montagem: despertar contínuo, repetitivo (soneca) ou visualização de segundos.
- Alarme perfeitamente audível e de timbre agradável.
- Três comandos ajustam a hora e o despertar.



FILCRES IMPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO LTDA.  
Rua Aurora, 165/171 - CEP 01209 - Caixa Postal 18.767 - SP  
Tels.: 223-7388 - 222-3458 e 221-0147 - Telex: 1131298 FILG BR



de propósito geral, usualmente construído de circuitos lógicos bipolares TTL ou ECL. É sustentado com unidades periféricas e *software*. A palavra *software* designa os programas fornecidos com o computador para facilitar o seu uso. As unidades periféricas são dispositivos de entrada-saída de dados, que ajudam o operador a comunicar-se com o computador. Unidades periféricas típicas são impressoras, leitoras de cartões e teclados. Os minicomputadores são similares aos grandes computadores, mas sua capacidade de memória, velocidade e aplicações são mais limitadas.

**Microcomputadores** — Um microcomputador é semelhante em muitos aspectos a um minicomputador, uma vez que é uma máquina de fins gerais que pode ser programada para realizar diversas funções. Entretanto, o microcomputador é normalmente menor e mais restrito em suas aplicações. Sua velocidade e capacidade de memória também são inferiores às de um minicomputador. Como resultado, os microcomputadores são substancialmente mais baratos que os mini. Os microcomputadores são mais frequentemente usados em aplicações específicas. O suporte de *software* e de periféricos é mínimo. A maioria deles é implementada com circuitos MOS LSI.

**Calculadoras programáveis** — Uma calculadora programável pode ser classificada como um microcomputador de finalidade especial. Tais máquinas são similares em muitos aspectos às calculadoras eletrônicas de mesa e manuais. A calculadora programável possui um teclado de entrada para injeção de dados e um mostrador decimal para leitura dos resultados dos cálculos. Numa calculadora comum, o operador entra com os números a serem manipulados e as funções a de-

sempenhar, pressionando chaves no teclado na sequência apropriada. A solução do problema aparece a seguir no *display*. A calculadora pode ser usada deste modo, mas muitas contêm uma memória e uma unidade de controle para automatizar o processo de solução de problemas. Os dados a serem operados e as funções são introduzidas via teclado e guardadas na memória na sequência apropriada. Quando acionada, a calculadora resolve automaticamente o problema armazenado em sua memória, sem controle do operador.

As calculadoras programáveis oferecem a vantagem da velocidade e conveniência de uso sobre as calculadoras comuns, quando o mesmo problema deve ser computado várias vezes com dados diferentes. Grandes problemas, que requerem maior complexidade de dados e muitas operações matemáticas, são também melhor resolvidos por uma calculadora programável, quando então ela livra o operador do trabalho tedioso e minimiza grandemente a possibilidade de erros. Uma outra vantagem da calculadora programável sobre outros tipos de computador digital é sua habilidade para comunicação direta com o operador através do teclado e do mostrador decimal.

**Microprocessadores** — O microprocessador é o menor e mais barato tipo de computador digital que ainda mantém todas as características básicas de um computador. Pode ser implementado com circuitos digitais integrados comuns ou ser encontrado como um único circuito integrado em larga escala (LSI). Embora suas capacidades sejam limitadas quando comparadas às de um minicomputador ou microcomputador, estes dispositivos têm ainda uma capacidade muito grande. Eles estenderam as aplica-

ções das técnicas de computador a muitas áreas onde os mini e microcomputadores não eram economicamente praticáveis.

Os microprocessadores geralmente são designados a desempenhar uma função exclusiva. Estes dispositivos são montados em equipamentos eletrônicos que são usados para alguma aplicação específica. Algumas aplicações a que se dedicam incluem controle de luzes de tráfego, balanças eletrônicas, caixas registradoras, jogos eletrônicos e outras. Além disso, os engenheiros estão descobrindo que microprocessadores de baixo custo podem ser usados para substituir a lógica digital de blocos de funções interligados. O tempo de projeto e o custo são significativamente reduzidos na elaboração de um sistema digital, quando empregados microprocessadores. Um microprocessador passa a ser mais econômico se o projeto equivalente utilizar trinta ou mais circuitos integrados TTL comuns. Tais projetos lógicos com circuitos interligados estão dando lugar a microprocessadores com programa fixo. O programa armazenado numa memória apenas de leitura (ROM) permite ao microprocessador efetuar as mesmas funções que o conjunto de circuitos lógicos. Os microprocessadores também podem ser aplicados como o coração de um microcomputador ou minicomputador.

Na nossa próxima lição continuaremos o estudo dos computadores com a organização do computador digital.

#### Pequeno teste de revisão

1 — Os dois tipos de informação binária armazenados na memória de um computador digital são \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

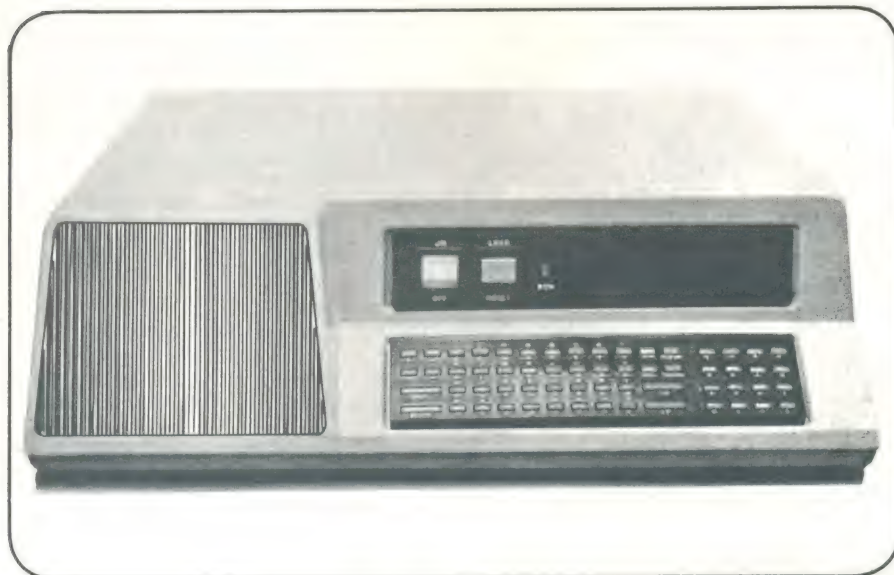
2 — Uma lista de instruções de computador para a solução de um problema determinado é chamada de \_\_\_\_\_.

3 — Tanto o computador digital como a calculadora eletrônica podem resolver problemas matemáticos, mas a característica singular do computador é sua habilidade em resolver o problema \_\_\_\_\_.

4 — O mais simples computador digital é chamado \_\_\_\_\_.

#### Respostas

1. dados e instruções
2. programa
3. automaticamente
4. microprocessador





# Instrumentação Analógica e digital básica

## Lição

### O PROCESSADOR DE SINAL

Já estudamos nas duas lições anteriores o conversor analógico-digital. Mas, num medidor digital, há, geralmente, um bloco que precede o conversor A/D e prepara o sinal para que este possa recebê-lo. Tal bloco é o processador de sinal, encarregado de todas as tarefas intermediárias a fim de que o sinal possa ser medido: conversão de tensão alternada para contínua, de resistência para tensão, de corrente para tensão, e outras. E o que você verá nesta nona lição.

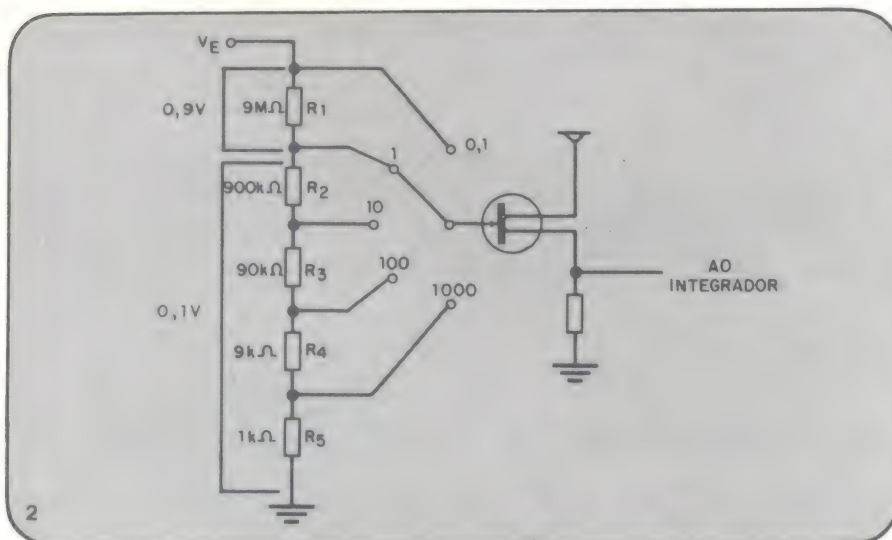
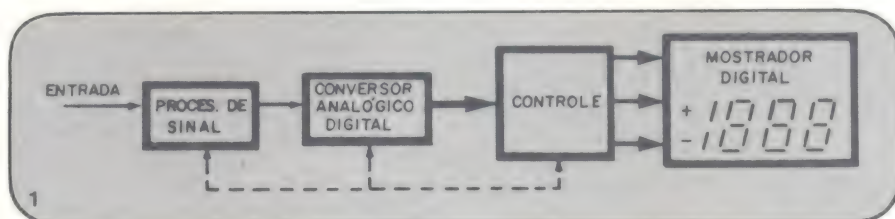
O conversor analógico-digital é capaz de manipular apenas uma faixa muito limitada de tensões de entrada. Tipicamente, a tensão deve ser contínua e os valores devem variar entre 0 e 1,0 volt, de fundo de escala. O integrador é freqüentemente um amplificador operacional com baixa impedância.

Cabe ao processador de sinal (figura 1) proporcionar a divisão de tensão necessária a utilização de outras faixas. O processador deve também fazer as mudanças de tensão alternada para contínua e de corrente para tensão, bem como providenciar uma fonte de corrente para medições de resistência. A impedância de entrada também fica a cargo do processador.

#### Entrada com tensão contínua

Um desenho simplificado da entrada com tensão contínua é mostrada na figura 2. Suponha que a tensão máxima que pode ser passada ao integrador é 0,1 volt. Esta entrada é tirada de um FET conectado na configuração seguidor de supridouro (ou fonte) que

proporciona um casamento de impedância para a baixa impedância de entrada do integrador. A entrada para o FET vem de um divisor de tensão que tem uma resistência total de 10 M ohms. A resistência de entrada do FET é próxima de 100000 M ohms. Portanto, a posição da chave não fará diferen-



ça na resistência de entrada e esta deverá ser 10 M ohms em todas as faixas.

Os números nas faixas da chave indicam a tensão de fundo de escala que pode ser medida em cada uma delas. Na posição 0,1 volt, toda a tensão presente em  $V_E$  é aplicada à porta do FET. Porém, quando a chave for mudada para a posição 1 volt, como se vê na figura 2, haverá uma queda de 0,9 volt sobre  $R_1$ , cabendo 0,1 volt ao restante da malha. Assim, será aplicado 0,1 volt à porta do FET, com 1 volt em  $V_E$ . Uma divisão de tensão semelhante ocorre em todas as outras faixas. Com isso, a entrada do FET com tensão de fundo de escala em  $V_E$  nunca deverá exceder 0,1 V.

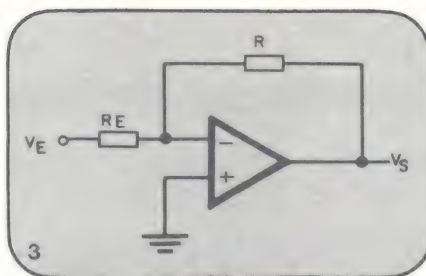
Um outro meio de mudar a faixa de um voltímetro digital (DVM) é pela variação do ganho de um amplificador



operacional, como o da figura 3. Se o integrador pode aceitar uma entrada de 0 a 1 V, então a saída do operacional deve estar dentro deste valor, para todas as faixas. Vejamos como isso é conseguido em três faixas diferentes: 0,01 V de fundo de escala, 1 volt de fundo de escala e 100 volt de fundo de escala.

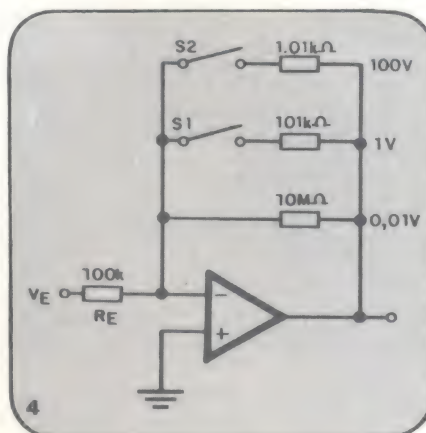
Na faixa de 0,01 volt, o amplificador operacional deve aumentar a tensão de entrada do fundo de escala de 0,01 V para 1 volt, o que requer um ganho de 100. Lembre-se que o ganho de um amplificador operacional é  $A = R/R_E$ , onde  $A$  é o ganho do amplificador,  $R$  é a resistência de realimentação e  $R_E$  é a resistência de entrada, como na figura 3. O sinal "-" (menos) indica meramente uma inversão de fase. Portanto, para obter um ganho de 100, a relação  $R:R_E$  deve ser 100:1. Se determinarmos o valor de 100 k ohms para  $R_E$ ,  $R$  deverá ser igual a 10 M ohms para que tenhamos 1 volt na saída com 0,01 volt na entrada.

Para a faixa de 1 volt, precisamos de uma relação 1:1; portanto, o valor de  $R$  deve ser igual ao de  $R_E$ . Um arranjo semelhante ao da figura 4 pode ser usado. Neste arranjo, o resistor de 10 M ohms está sempre no circuito. Quando mudamos para a faixa de 1 volt, a chave  $S1$  é fechada, colocando um resistor de 101 k ohms em paralelo com o de 10 M ohms, o que resultará



numa resistência total de 100 k ohms. Um ganho unitário será assim conseguido.

Quando quisermos a faixa de 100 volts, fecharemos a chave  $S2$ , com  $S1$  também permanecendo fechada. A



combinação dos três resistores dará uma resistência equivalente de 1 k ohm. A relação entre  $R$  e  $R_E$  agora se tornará 100:1, com um ganho de 0,01. A tensão de entrada de 100 volts será então reduzida para 1 volt na saída, exatamente como desejamos.

#### Seleção automática de faixas

Pela seleção de resistências de realimentação adequadas, é possível projetar um medidor com qualquer combinação de faixas. Melhor do que isso, pode-se projetar uma unidade de contagem digital em que a saída esteja oferecida a qualquer momento, mesmo quando a entrada ultrapassa o valor da faixa (sobrecarga ou *over-range*), onde haja uma comutação automática dos resistores. E o caso dos medidores com *auto-range*, ou seja, seleção automática de faixas, onde o aparelho seleciona a faixa apropriada. Nesse caso fica eliminada a preocupação com a seleção da faixa adequada, desde que não imponhamos ao medidor um valor superior à sua faixa máxima. A figura 5 exemplifica como isto é feito em alguns DVMs típicos com seleção automática de faixa.

As chaves agora são FETs e são controladas pelo conversor A/D. O conversor aciona certas chaves quando o valor do fluxo na entrada supera o da faixa correspondente. Na faixa mais baixa (0,2 V), nenhum dos FETs é

## Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

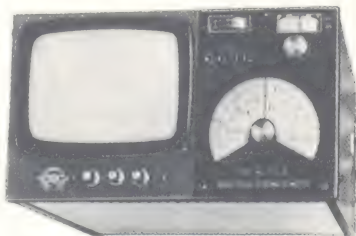
### MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

#### MODELO MC775B-VÍDEO

Especial para técnicos de TV. Branco & preto, e em cores na instalação de antenas simples ou coletivas. Som e imagem nos campos de frequência bandas de 40 a 950 MHz em faixas I, III, IV e V. Elétrico e baterias recarregáveis. Portátil: 8 kilos. Com mala de couro e acessórios.

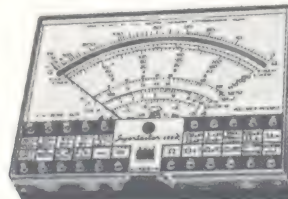
#### MODELO MC661/C ou MC661/D

A bateria — para as faixas de 41 a 840 MHz. Portátil: 3 kilos. Completo com mala de couro, fones, atenuador e bateria



#### SUPRETESTER ICE mod. 680/R

O modelo especial mais complexo e exato que existe no mercado eletro-eletrônico brasileiro. 10 ESCALAS PARA 80 FAIXAS DE MEDIÇÕES TEMOS MODELOS MENORES.



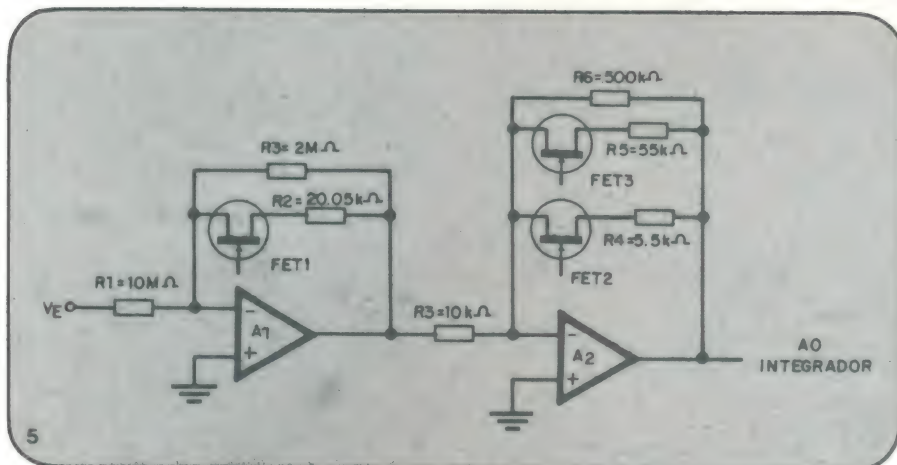
#### MULTÍMETRO DIGITAL CEME — DOC — 2000 AUTOMÁTICO.

Funções: Vdc, Vac, Idc, Iac, Kohm a 20 Mohm. Display com LED's

# ALP Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528- 4º andar - Conj. 42 - Tel.: 881-0058 (direto) e 852-5239 (recados) - CEP 01420 - São Paulo - SP





acionado (acompanhe pela tabela I). Com todas as chaves desligadas, A1 tem um R de 2 M ohms (R3) para um ganho de 0,2 a A3 tem um R de 500 k ohms para um ganho de 50. Assim, o ganho total é igual a 10 e a saída para o integrador é de 2 volts com entrada de 0,2 V. O conversor A/D usado nesse medidor pode aceitar uma entrada de  $\pm 2$  volts.

Na mudança para uma faixa superior, um ou mais dos FETs deverá ser acionado (ligado, conduzindo), a fim de reduzir o ganho total. Na faixa de 2 volts, por exemplo, somente o FET 3 deverá ser ligado, deixando os FETs 1 e 2 desativados. Assim, o ganho de A1 permanecerá inalterado, enquanto o ganho de A2 será diminuído para 5, pela redução do valor de R de 500 k ohms para 50 k ohms. Comparando a figura 5 e a tabela I você pode determinar o ganho de A1 e A2, o ganho total, e qual ou quais FETs estão ligados e desligados em qualquer das faixas.

Pode calcular ainda o valor de R para qualquer dos operacionais, nos vários casos.

Nesta aplicação, a tensão de entrada é injetada na entrada do amplificador operacional através de uma malha resistiva que determina a resistência de entrada. O amplificador operacional contém um FET em sua entrada do mesmo modo que os medidores analógicos que estudamos algumas lições atrás.

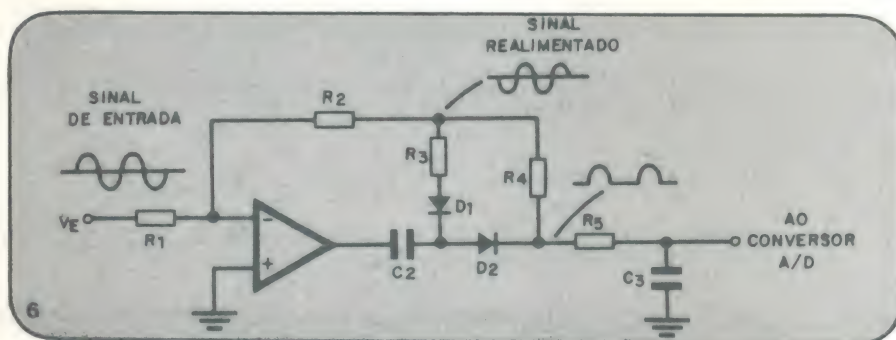
### Conversor CA/CC

Enquanto o conversor A/D funciona adequadamente somente com entradas CC, os medidores digitais fre-

TABELA I

Faixa	ganho de A1	ganho de A2	ganho total	FET1	FET2	FET3
0,2 V	0,2	50	10	des	des	des
2 V	0,2	5	1	des	des	lig
20 V	0,2	0,5	0,1	des	lig	lig
200 V	0,002	5	0,01	lig	des	lig
2000 V	0,002	0,5	0,001	lig	lig	lig

OBS: des = desligado  
lig = ligado



qüentemente são requisitados a medir tanto CA como CC. Portanto, para tornar o medidor realmente versátil, é preciso incluir algum método de conversão CA para CC no circuito.

O objetivo principal de qualquer conversor CA é mudar a tensão alternada convertendo-a numa tensão contínua que possa ser processada pelo conversor A/D. Basicamente, existem dois tipos de conversão: com resposta ao valor médio e com resposta ao valor RMS da tensão CA.

**Conversor com resposta à média** — Os conversores com resposta ao valor médio são os mais comuns. Como você aprendeu na seção de medidores analógicos, um medidor que responde ao valor médio é assim chamado porque sua saída é proporcional à média da forma de onda da entrada. Utilizando um fator de escala apropriado, o leitor pode ser calibrado para mostrar RMS, pico, ou qualquer outro valor.

Na figura 6 temos um esquema simplificado de um conversor com resposta ao valor médio. Este conversor, particularmente, usa um retificador de meia onda. Poderia ser empregado um retificador de onda completa, mas como seria mais complicado sem oferecer vantagem real, o retificador de meia onda é mais comum.

O sinal alternado a ser medido vem dos circuitos de entrada através de C1 e R1, injetando-se na entrada inversora do amp op. Durante a parte positiva do

ciclo da entrada, a saída do amp op é negativa. Esta porção do sinal é acoplada através de D1 e R3 à junção de R3 e R4, como uma alternância negativa da tensão. Ao mesmo tempo, a alternância negativa é bloqueada por D2 evitando-se que ela atinja os circuitos de saída.

Quando a tensão de entrada torna-se negativa, a saída do amplificador torna-se positiva. Esta porção positiva é acoplada através de D2 e R4 à junção de R3 e R4 como uma alternância positiva da tensão. Assim, uma forma de onda de realimentação desenvolve-se na junção de R3 e R4, defasada da forma de onda da entrada. Esta tensão CA é acoplada através de R2, o resis-

tor de realimentação, para controlar o ganho CA do amplificador.

No catodo de D2, um sinal retificado em meia onda se faz presente. Esta pulsação CC é então filtrada por R5 e C3 e uma tensão CC alimenta o conversor A/D.

D2 é o retificador que nos providencia a tensão de saída, além de fornecer também uma tensão de realimentação. D1 é um diodo que proporciona a alternância negativa da realimentação que casa-se com a alternância positiva de D2, resultando numa realimentação balanceada.

Como é usualmente mais desejável conhecer o valor RMS de uma forma de onda alternada, do que conhecer o seu valor médio, o ganho do amplificador é usualmente ajustado de maneira que a carga em C3 represente o valor RMS da entrada. Como sabemos que o valor RMS é 1,11 vezes o valor médio, o ganho do amplificador é ajustado para que a saída seja 1,11 vezes a entrada.

A maior desvantagem deste tipo de circuito é que ele é preciso somente com uma entrada senoidal pura. Como já estudamos anteriormente, o fator de escala é diferente para cada formato de onda, tornando-se impossível calibrar o medidor para todas as aplicações.

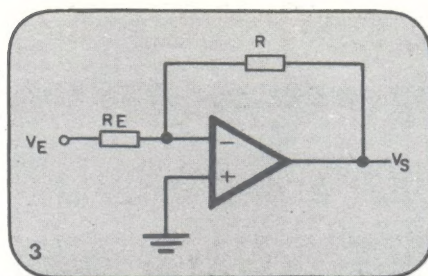
**Conversor RMS** — O conversor RMS dá uma indicação RMS precisa da amplitude de qualquer forma de onda. O tipo mais comum de conversor RMS



operacional, como o da figura 3. Se o integrador pode aceitar uma entrada de 0 a 1 V, então a saída do operacional deve estar dentro deste valor, para todas as faixas. Vejamos como isso é conseguido em três faixas diferentes: 0,01 V de fundo de escala, 1 volt de fundo de escala e 100 volt de fundo de escala.

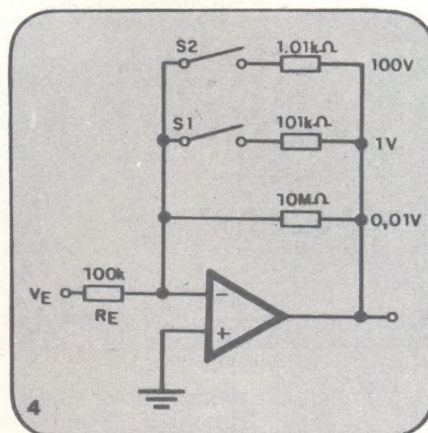
Na faixa de 0,01 volt, o amplificador operacional deve aumentar a tensão de entrada do fundo de escala de 0,01 V para 1 volt, o que requer um ganho de 100. Lembre-se que o ganho de um amplificador operacional é  $A = R/R_E$ , onde  $A$  é o ganho do amplificador,  $R$  é a resistência de realimentação e  $R_E$  é a resistência de entrada, como na figura 3. O sinal "-" (menos) indica meramente uma inversão de fase. Portanto, para obter um ganho de 100, a relação  $R:R_E$  deve ser 100:1. Se determinarmos o valor de 100 k ohms para  $R_E$ ,  $R$  deverá ser igual a 10 M ohms para que tenhamos 1 volt na saída com 0,01 volt na entrada.

Para a faixa de 1 volt, precisamos de uma relação 1:1; portanto, o valor de  $R$  deve ser igual ao de  $R_E$ . Um arranjo semelhante ao da figura 4 pode ser usado. Neste arranjo, o resistor de 10 M ohms está sempre no circuito. Quando mudamos para a faixa de 1 volt, a chave  $S_1$  é fechada, colocando um resistor de 101 k ohms em paralelo com o de 10 M ohms, o que resultará



numa resistência total de 100 k ohms. Um ganho unitário será assim conseguido.

Quando quisermos a faixa de 100 volts, fecharemos a chave  $S_2$ , com  $S_1$  também permanecendo fechada. A



combinação dos três resistores dará uma resistência equivalente de 1 k ohm. A relação entre  $R$  e  $R_E$  agora se tornará 100:1, com um ganho de 0,01. A tensão de entrada de 100 volts será então reduzida para 1 volt na saída, exatamente como desejamos.

#### Seleção automática de faixas

Pela seleção de resistências de realimentação adequadas, é possível projetar um medidor com qualquer combinação de faixas. Melhor do que isso, pode-se projetar uma unidade de contagem digital em que a saída esteja oferecida a qualquer momento, mesmo quando a entrada ultrapassa o valor da faixa (sobrecarga ou *over-range*), onde haja uma comutação automática dos resistores. E o caso dos medidores com *auto-range*, ou seja, seleção automática de faixas, onde o aparelho seleciona a faixa apropriada. Nesse caso fica eliminada a preocupação com a seleção da faixa adequada, desde que não imponhamos ao medidor um valor superior à sua faixa máxima. A figura 5 exemplifica como isto é feito em alguns DVMs típicos com seleção automática de faixa.

As chaves agora são FETs e são controladas pelo conversor A/D. O conversor aciona certas chaves quando o valor do fluxo na entrada supera o da faixa correspondente. Na faixa mais baixa (0,2 V), nenhum dos FETs é

## Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

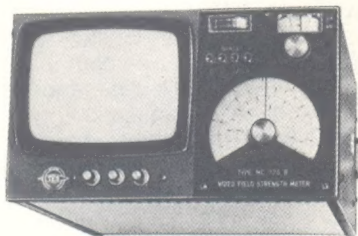
### MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

#### MODELO MC775B-VÍDEO

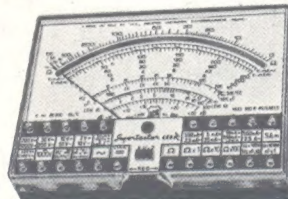
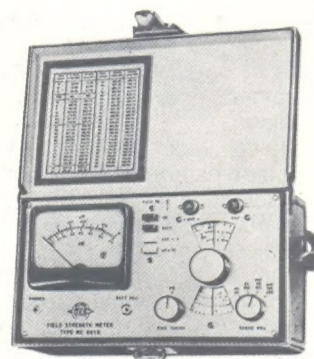
Especial para técnicos de TV. Branco & preto, e em cores na instalação de antenas simples ou coletivas. Som e imagem nos campos de frequência bandas de 40 a 950 MHz em faixas I, III, IV e V. Elétrico e baterias recarregáveis. Portátil: 8 kilos. Com mala de couro e acessórios.

#### MODELO MC661/C ou MC661/D

A bateria — para as faixas de 41 a 840 MHz. Portátil: 3 kilos. Completo com mala de couro, fones, atenuador e bateria



**MULTÍMETRO DIGITAL CEME — DOC — 2000 AUTOMÁTICO.**  
Funções: Vdc, Vac, Idc, Iac, Kohm a 20 Mohm  
Display com LED's



#### SUPRETESTER ICE mod. 680/R

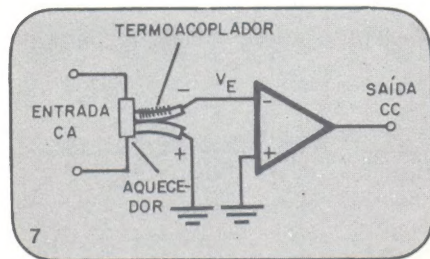
O modelo especial mais complexo e exato que existe no mercado eletro-eletrônico brasileiro. 10 ESCALAS PARA 80 FAIXAS DE MEDIÇÕES TEMOS MODELOS MENORES.

# ALP Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528- 4º andar - Conj. 42 - Tel.: 881-0058 (direto) e 852-5239 (recados) - CEP 01420 - São Paulo - SP



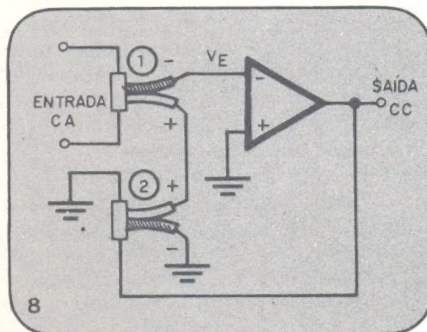
usa uma entrada termocoplada. A entrada CA é injetada através do elemento aquecedor, como nos mostra a figura 7. A saída CC vai para um amplificador operacional e então ao conversor A/D.



O termocoplador apresenta uma saída de lei quadrática. Além disso, variações na temperatura ambiente afetam a saída do termocoplador e aparecem como erros na leitura. Como não é desejável que as variações na temperatura ambiente afetem a medição, devemos, em alguns casos, compensar estas variações. Ainda mais, a grande parte dos conversores A/D requer uma entrada linear. A saída quadrática do termocoplador não preenche essa exigência. Isto, também, deve ser compensado.

Um meio de superar estas desvantagens é utilizar uma realimentação CC para comandar um segundo ter-

moacoplador, o qual é conectado em oposição ao primeiro, como indica a figura 8. Primeiro, discutiremos a compensação térmica. Se a temperatura ambiente se elevar, a saída de ambos os termocopladores subirá do mesmo modo. Como os termocopladores são conectados em série e em oposição, a variação resultante na tensão de saída será zero. Mas, se a entrada CA crescer, somente o termocoplador 1 será diretamente afetado. Portanto, a saída do termocoplador 1 subirá, aumentando a saída do amplificador.



Agora, como este arranjo realimentado é compensado para a saída não-linear do termocoplador? Suponha que 2 VRMS são ligados à entrada CA. Isto produzirá um certo potencial CC a partir do termocoplador 1. Este

potencial é amplificado pelo amp op. A tensão amplificada provoca um acorrente realimentada através do aquecedor do termocoplador 2. A saída do termocoplador 2 é uma CC que se opõe à saída do termocoplador 1. A partir do nosso estudo de amp op, sabemos que a tensão de realimentação deve ser igual e oposta à tensão de entrada. Realmente, ela não será exatamente igual, mas o ganho extremamente alto do amplificador operacional reduzirá  $V_E$  a alguns microvolts. Assim, se a entrada CA é 2 VRMS, a saída CC deve ser aproximadamente 2 V CC.

Suponha a entrada CA diminuída pela metade, 1 VRMS. Como o termocoplador é um dispositivo de lei quadrática, a saída do termocoplador 1 será reduzida para um quarto de seu valor original. Portanto, a saída CC diminuirá até que a saída do termocoplador 2 seja aproximadamente igual à saída do termocoplador 1. Para isto ocorrer, a saída CC deverá ser mais uma vez igual à entrada CA. Consequentemente, a saída CC deverá cair para 1 V. Assim, a saída do amp op ficará linear e os efeitos da variação de temperatura serão minimizados.

O conversor RMS apresenta um desempenho superior ao do conversor de resposta ao valor médio, em todas as áreas. Pode medir qualquer forma de onda com melhor precisão. Sua

# QUEM PROCURA, ACHA:

Instrumentos  
Semicondutores  
Aparelhos  
Componentes eletrônicos

Distribuidor Filcres - Kits Nova Eletrônica

Venha nos visitar e encurte sua procura



**SOMATEL**  
ELETRÔNICA

Rua Pres. Quaresma, 406 - Fone 223.2153  
Cep 59.000 - NATAL - RN

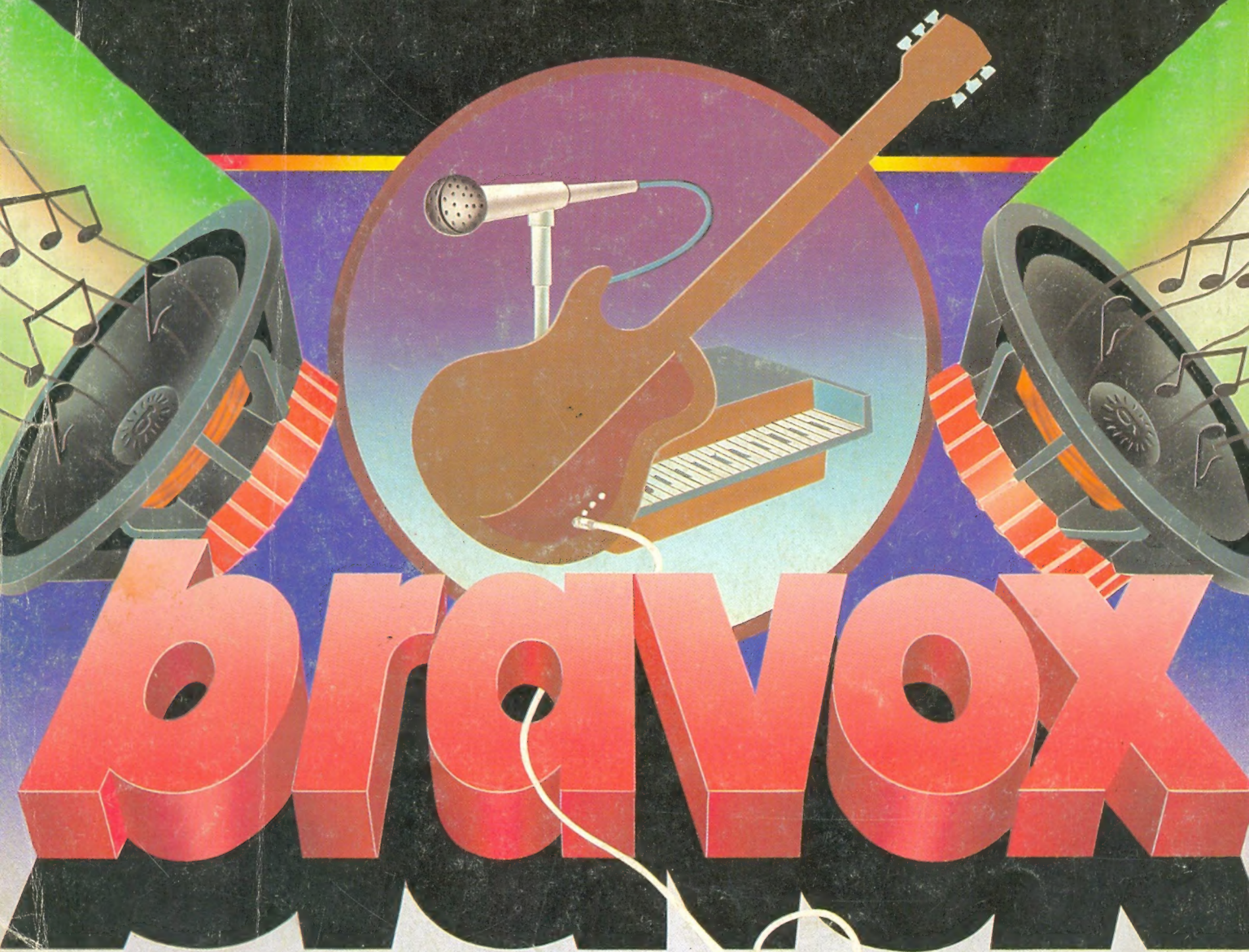


1. processador de sinal
2. CC; tensão; resistência
3. impedância de entrada
4. de resposta à média e conversor RMS
5. 1,11
6. senoidal pura
7. qualquer
8. termoacoplada
9. custo
10. corrente; resistência; tensão
11. fontes de corrente
12. tensão; resistor
13. diminuída



SOM SEM  
DISTORÇÃO.

TOTAL REPRODUÇÃO  
DE TODAS AS  
FREQUÊNCIAS.



ALTO-FALANTES ESPECIAIS  
PARA INSTRUMENTOS MUSICAIS,  
SONORIZAÇÕES E VOZES.